



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

FLORA ACUÁTICA Y PALUSTRE DE LOS  
HUMEDALES INTERIORES SOBRE ARENAS  
CUARCÍTIICAS EN PINAR DEL RÍO

Vidal Pérez Hernández



Tesis

**Doctorales**

[www.eltallerdigital.com](http://www.eltallerdigital.com)

UNIVERSIDAD de ALICANTE

TESIS DOCTORAL

FEBRERO 2016

LIC. VIDAL PÉREZ HERNÁNDEZ

FLORA ACUÁTICA Y PALUSTRE DE LOS  
HUMEDALES INTERIORES SOBRE ARENAS  
CUARCÍICAS EN PINAR DEL RÍO.

UNIVERSIDAD DE ALICANTE



Lic. Vidal Pérez Hernández

FLORA ACUÁTICA Y PALUSTRE DE LOS  
HUMEDALES INTERIORES SOBRE ARENAS  
CUARCÍICAS EN PINAR DEL RÍO.

Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante



Departamento de Ecología de la Universidad de  
Alicante  
Jardín Botánico de Pinar del Río

FLORA ACUÁTICA Y PALUSTRE DE LOS  
HUMEDALES INTERIORES SOBRE ARENAS  
CUARCÍTICAS EN PINAR DEL RÍO.

LIC. VIDAL PÉREZ HERNÁNDEZ

Tesis presentada para aspirar al grado de  
Doctor por la universidad de alicante

DIRIGIDA POR:  
Dr. ANDREU BONET JORNET  
Dra. ROSALINA BERAZAÍN ITURRALDE

Programa Doctoral Conjunto “Desarrollo  
sostenible de bosques tropicales: manejo forestal  
y turístico”



## **DEDICATORIA**

***A mis hijos, para que le sirva de ejemplo.***

***A mi esposa, que siempre me apoya y alienta.***

***A mi mamá y mi papá, que siempre puedo contar con ellos, en las malas y en la buenas.***

***A mi hermano, siempre presente en los momentos difíciles, y sin él, no hubiese podido concluir este empeño.***

***A toda mi familia en general, los más cercanos y los más alejados.***

***Al profesor Urquiola, por su estricta disciplina en el trabajo.***

***A Rosalina Berzaín, que ha cargado con mucho cariño, con un ahijado de último momento.***

***A Víctor Fuentes, otro que siempre confió en este trabajo y me ofreció todo su apoyo.***



***A todos los profesores del Jardín Botánico  
Nacional.***

***A Enrique González Pendás, fiel amigo y  
compañero de expediciones, con un fino y  
positivo, sentido de la crítica.***

***A Marlén Franco, la persona que me indicó el  
camino a seguir, en mi vida profesional.***

***A los que nunca imaginaron, que yo pudiera  
trabajar con plantas.***

***A todos mis amigos, gracias por su apoyo.***

Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

# ÍNDICE

<b>1. Introducción.</b>	1
<b>2. Revisión Bibliográfica.</b>	17
2.1. Características generales de los humedales.	17
2.2. Características generales de los humedales en Cuba.	42
2.3 Características físico-geográficas generales de los humedales sobre arenas cuarcíticas en Pinar del Río.	82
2.3.1 Geomorfología.	82
2.3.2 Clima	87
2.3.3 Suelos	88
2.3.4 Hidrología	91
2.3.5 Vegetación	92
<b>3. Materiales y Métodos.</b>	119
3.1 Caracterización físico geográfica del área de estudio.	119
3.2 Determinación de la flora asociada a los humedales interiores de agua dulce.	122

3.3 Particularidades ecológicas de los cuerpos de agua.	128
3.3.1 Caracterización físico-química del suelo.	131
3.3.2 Características físico-químicas del agua.	133
3.3.3 Patrones de comportamiento estacional.	137
<b>4. Resultados y Discusión.</b>	<b>145</b>
4.1 Caracterización físico geográfica del área de estudio.	145
4.2 Determinación de la flora asociada a los humedales interiores de agua dulce.	161
4.3 Condiciones ecológicas generales, de los cuerpos de agua que componen los humedales interiores sobre arenas cuarzosas.	202
4.3.1 Descripción del medio natural en la zona de estudio.	216

4.3.1.1	Clima.	216
4.3.1.1. a)	Radiación Solar.	217
4.3.1.1. b)	Régimen Térmico.	218
4.3.1.1. c)	Nubosidad.	219
4.3.1.1. d)	Precipitaciones	221
4.3.1.1. e)	Lluvias intensas	224
4.3.1.1. f)	Sequía	225
	meteorológica	
4.3.1.1. g)	Días con tormentas	228
	eléctricas:	
4.3.1.1. h)	Humedad relativa	229
4.3.1.1. i)	Régimen de vientos	230
4.3.1.1. j)	Análisis mensual	232
	del viento.	
4.3.1.1. k)	Análisis anual del	233
	viento.	
4.3.1.1. l)	Eventos	235
	meteorológicos tropicales.	
4.3.1.1. m)	Indicadores	241
	bioclimáticos.	

4.3.1.1. n) Índice de calor sofocante.	244
4.3.1.1. ñ) Evaporación y evapotranspiración.	246
4.3.1.2 Características del suelo en las áreas de estudio.	248
4.3.1.3 Características del agua en las lagunas objeto de estudio.	253
4.3.2 Particularidades ecológicas de la laguna Los Carneros. Patrones de comportamiento estacional, en las especies acuáticas y palustres observadas.	269
4.3.3 Particularidades ecológicas de la laguna El Toro. Patrones de comportamiento estacional, en las especies acuáticas y palustres observadas.	309
4.3.4 Particularidades ecológicas de la laguna La Herradura. Patrones de	339

comportamiento estacional, en las especies acuáticas y palustres observadas.

<b>5. Conclusiones</b>	375
<b>6. Recomendaciones</b>	377
<b>Referencias bibliográficas</b>	379
<b>Anexos</b>	443



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS:

<i>Acisanthera quadrata</i>	(Asq)
<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	(Aw)
<i>Aeschynomene sensitiva</i>	(Ase)
<i>Arisitida fragilis</i>	(Af)
<i>Bacopa longipes</i>	(Blg)
<i>Bignonia diversifolia</i>	(Bid)
<i>Blechnum serrulatum</i>	(Bs)
<i>Burmania bicolor</i>	(Bb)
<i>Burmania capitata</i>	(Bc)
<i>Burmannia bicolor</i>	(Bb)
<i>Caperonia palustris</i>	(Cp)
<i>Cephalanthus occidentalis</i>	(Coc)
<i>Chaetolepis cubensis</i>	(Chc)
<i>Chrysobalanus icaco</i>	(Ci)
<i>Cladium jamaisense</i>	(Cj)
<i>Cyperus giganteus</i>	(Cgi)
<i>Drosera capillaris</i>	(Dc)
<i>Drosera intermedia</i>	(Din)
<i>Eleocharis cellulosa</i>	(Ec)
<i>Eleocharis confervoides</i>	(Ecf)
<i>Eleocharis minima</i>	(Em)
<i>Eleocharis oligantha</i>	(Eol)
<i>Elephantopus arenarius</i>	(Ear)
<i>Encopella tenuifolia</i>	(Et)
<i>Eragrostis atrovirens</i>	(Eat)
<i>Eragrostis cubensis</i>	(Ecb)

<i>Eriocaulon pseudocompressum</i>	(Epc)
<i>Eupatorium capillifolium</i>	(Euc)
<i>Euploca antillana</i>	(Ea)
<i>Euploca bursifera</i>	(Eub)
<i>Fuirena scirpoidea</i>	(Fs)
<i>Habenaria quinqueseta</i>	(Hbq)
<i>Heteranthera dubia</i>	(Hdu)
<i>Hydrocotyle asiática</i>	(Has)
<i>Hydrocotyle pygmaea</i>	(Hpy)
<i>Hydrocotyle umbellata</i>	(Hu)
<i>Hydrolea spinosa</i>	(Hsp)
<i>Hyparrhenia rufa</i>	(Hr)
<i>Hypericum styphelioides</i>	(Hst)
<i>Hypharrenia rufa</i>	(Hrf)
<i>Ilex cassine</i>	(Ica)
<i>Indigofera miniata</i>	(Im)
<i>Isoetes cubana</i>	(Ic)
<i>Jatropha angustifolia</i>	(Ja)
<i>Lachnanthes caroliniana</i>	(Lca)
<i>Lindernia alternifolia</i>	(Lalt)
<i>Ludwigia stricta</i>	(Ls)
<i>Ludwigia torulosa</i>	(Lt)
<i>Mayaca aubletii</i>	(Mau)
<i>Mayaca fluviatilis</i>	(Mfl)
<i>Melochia savannarum</i>	(Msv)
<i>Mesosetum loliiforme</i>	(Mlol)
<i>Micranthemum rotundatum</i>	(Mr)



<i>Nymphaea ampla</i>	(Nam)
<i>Nymphaea odorata</i>	(Nod)
<i>Osmunda cinnamomea</i>	(Ocn)
<i>Osmunda regalis</i>	(Or)
<i>Paepalanthus seslerioides</i>	(Psl)
<i>Panicum erictifolium</i>	(Pe)
<i>Phyllanthus aquaticus</i>	(Pa)
<i>Phyllanthus aquaticus</i>	(Pac)
<i>Phyllanthus eliotropus</i>	(Pel)
<i>Phyllanthus selvie</i>	(Psv)
<i>Pistia stratiotes</i>	(Ps)
<i>Pluchea rosea</i>	(Pr)
<i>Polygala squamifolia</i>	(Psq)
<i>Pontederia cordata</i>	(Pco)
<i>Rhexia cubensis</i>	(Rcb)
<i>Rhynchospora fascicularis</i>	(Rf)
<i>Rhynchospora globosa</i>	(Rg)
<i>Sagittaria intermedia</i>	(Sin)
<i>Sagittaria lancifolia</i>	(Sla)
<i>Sauvagesia erecta subsp. brownei</i>	(Seb)
<i>Scleria lacustris</i>	(Slc)
<i>Scleria spp</i>	(Sp.)
<i>Syngonanthus androsaceus</i>	(San)
<i>Turnera acaulis</i>	(Ta)
<i>Utricularia foliosa</i>	(Uf)
<i>Utricularia incisa</i>	(Uin)
<i>Utricularia juncea</i>	(Uj)

<i>Utricularia purpurea</i>	(Up)
<i>Utricularia resupinata</i>	(Ur)
<i>Walteria arenicola</i>	(War)
<i>Woodwardia virginica</i>	(Wv)
<i>Xyris ekmanii</i>	(Xk)
<i>Xyris elliottii</i>	(Xe)
<i>Xyris grandiceps</i>	(Xg)
<i>Xyris jupicai</i>	(Xj)
<i>Xyris navicularis</i>	(Xn)
<i>Xyris smalliana</i>	(Xs)
<i>Zornia arenicola</i>	(Zar)



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

## **1. Introducción**

Existen disímiles criterios en la comunidad científica actual sobre la cantidad estimada de especies animales o vegetales que pueblan nuestro planeta, para muchos científicos en el mundo, en nuestros días, el número de especies vivientes sería el más grande en la historia del planeta. Sin embargo, por asombroso que parezca, en pleno siglo XXI la riqueza de especies en la tierra es aún desconocida y las estimaciones sobre su magnitud son muy variables (Ceballos y Ortega-Baez 2011). Estas apreciaciones oscilan entre cinco y 100 millones de especies, de las

cuales solo 1.8 millones han sido descritas científicamente (Ehrlich y Wilson 1991, IUCN 2013).

El proceso de modificación del entorno ambiental por actividades antropogénicas se ha expresado en la conversión de grandes superficies del planeta para sostener la alimentación, proceso que continúa en la actualidad (Primack 2008). Los ecosistemas naturales en todas partes del mundo están sufriendo severas alteraciones debido al impacto de las actividades humanas (Meffe y Carroll 1997, Chapin *et al.* 2000, Ehrlich y Kennedy 2005). Se considera que la implementación cada vez mayor, de áreas protegidas (IUCN 2012) en diversos lugares del planeta, es una medida necesaria (Andam *et al.* 2008, Joppa y Pfaff 2011 y Geldmann *et al.* 2013), basados en que su efectiva asignación, es vital para reducir la velocidad actual de extinción, la cual se plantea que ocurre de 100 a 1000 veces

más rápido que la tasa de regeneración natural. (Pimm *et al.* 1995).

La Convención sobre Diversidad Biológica (CDB 2010) en Nagoya, Japón; sirvió de escenario para acordar un compromiso hasta 2020, a través de las 20 metas de Aichi, para reducir la pérdida de la biodiversidad a nivel global; se actualizó la Estrategia Mundial para la Conservación de Plantas (GSPC, *siglas Inglés*), con el objetivo de proteger más del 60% de las especies vegetales como un indicador crítico hacia el cumplimiento de las metas trazadas (Cantú-Salazar *et al.* 2013); ya que constituyen un amplio grupo taxonómico con más de 350 000 especies descritas hasta el momento y se estima que cerca del 15% de ellas no ha sido descrito todavía (Joppa *et al.* 2011).

A principios del presente siglo (Myers *et al.* 2000), identificaron 25 regiones (*hotspots*) que comprenden aproximadamente 17.4 millones de km<sup>2</sup> y representan 1,4 % de la superficie terrestre del planeta, las cuales albergan el 44 % de las

plantas vasculares terrestres; Cuba forma parte del (*hotspot* Caribe) que se encuentra dentro de los cinco más relevantes. Recientemente en un nuevo enfoque sobre la misma cantidad de área (Joppa *et al.* 2013), refieren que estas zonas pueden albergar 59% de endemismo y 74% del total de plantas identificadas, añade además que, estas islas caribeñas por su posición, incluyendo a Cuba, sufren la entrada de especies introducidas que más tarde se convierten en invasoras.

Un elemento primordial en el desarrollo de todos los seres vivos es el agua, para las plantas acuáticas y palustres que dependen casi absolutamente de su presencia, aún más. El contexto en que se unen estos elementos bióticos y abióticos resulta muy interesante desde varios puntos de vista; para determinarlo se utiliza el término humedal (*wetland, en inglés*), el cual fue empleado originalmente por la agencia norteamericana US Fish and Wildlife Service, a

mediados de la década de 1950-1960, a raíz de una propuesta para establecer los ambientes donde se ubicaban poblaciones de aves acuáticas (Cowardin *et al.*1979). Este vocablo, que más que definitorio es descriptivo, actualmente es de amplia aceptación internacional e incluye de manera genérica, un variado grupo de ecosistemas con características muy diversas, que se distribuyen a nivel mundial, pero con propiedades comunes que permiten su asociación, aun cuando esto implica un elevado nivel de artificialidad. Según (Gopal 2003), existe un consenso general que reconoce como sus principales características: la existencia de agua, por lo menos durante una época del año, y la presencia de aves acuáticas.

Los humedales en sentido amplio son un conjunto muy heterogéneo de ecosistemas naturales y artificiales, la Convención Ramsar, de forma general, los define como: extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen

natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. En el año 2011, 160 estados miembros de todo el mundo se habían sumado a dicho acuerdo, protegiendo 1.950 humedales, con una superficie total de 190 millones de hectáreas, designados para ser incluidos en la lista de Humedales de Importancia Internacional de Ramsar; en nuestro país se hallan cuatro sitios con esta categoría.

El gobierno cubano emplea considerables recursos y esfuerzos para la conservación de especies amenazadas que se desarrollan en ellos, traducidos en metas de conservación que coordinan el Centro Nacional de Áreas Protegidas y la Red de Jardines Botánicos de Cuba, estos tienen el objetivo de ampliar la probabilidad de permanencia de las especies endémicas y amenazadas de extinción.



De acuerdo con (Feinsinger 2004), es necesario propiciar que se minimicen o neutralicen los efectos negativos de las actividades humanas a corto y mediano plazo, y se provea a las especies del máximo número de alternativas de persistencia a largo plazo.

Alrededor del 9% de toda la superficie terrestre está cubierta por algún tipo de humedal y aunque no hay datos precisos del impacto antropogénico sobre su extensión, se estima que la mitad del área de humedales en el planeta se ha perdido (Zedler y Kercher, 2005). Son fuente, sumidero y transformadores de materiales químicos y biológicos, ayudan a estabilizar los suministros de agua y contribuyen en la depuración de aguas contaminadas, en la protección de litorales y recarga de los mantos freáticos. (Mitsch y Gosselink, 2000). Estas zonas húmedas tienen varias características en común, pero sin lugar a dudas, la más elemental de todas es la de embalsar agua, ya sea de forma estacional o

permanente, constituyendo hábitat específico para numerosas biocenosis y en particular, las de plantas acuáticas y palustres; que se considera, deben ser protegidas basándose en el conocimiento de sus características ecológicas. (Cirujano y Medina 2002), es importante tener en cuenta que la presencia de agua generalmente, está determinada por la estación del año y el comportamiento de los periodos hidrológicos, además de los fenómenos naturales que pueden ocurrir, como por ejemplo, tormentas tropicales y huracanes.

Esta alternancia en el régimen hídrico de los humedales de agua dulce, incluyendo la profundidad y fluctuaciones de la lámina de agua, se considera el factor ecológico más importante que controla (algunas veces en patrones complejos a corto y a largo plazo), los cambios en la distribución y composición de especies, productividad y dinámica de nutrientes de las comunidades de plantas (Gerritsen y Greening

1989, Finlayson *et al.* 1990). Las variaciones de la lámina de agua en el tiempo influyen en la composición de especies de las comunidades (Gerritsen y Greening 1989), a través de procesos ecológicos tales como: germinación y patrones de reclutamiento desde el banco de semillas (van der Valk y Davis, 1978) y (Welling *et al.* 1988), crecimiento y productividad de especies (Gordon y Velásquez, 1989).

En humedales tropicales los estudios sobre la vegetación son escasos, de allí que la riqueza y diversidad de las especies acuáticas y palustres en estos ecótopos son poco conocidas (Leck, 1989); de acuerdo con Primack *et al.* (2001), el conocimiento sólido de la ecología de las especies y de los procesos dinámicos que afectan su tamaño y distribución, es la clave para protegerlas. De allí que el conocimiento de las relaciones entre la vegetación y el ambiente, sea de vital importancia para predecir los cambios que se operan en la vegetación (Baldwin *et al.* 1996), y

consecuentemente en la vegetación potencial de los humedales (Poiani y Johnson 1989).

Teniendo en cuenta los grandes vacíos de información con respecto a la ecología de las plantas que se desarrollan en estos ecosistemas, la presente investigación se plantea como:

**Objetivo general:**

Determinar la composición, riqueza y abundancia de especies acuáticas y palustres relacionadas con los diferentes tipos de lagunas que caracterizan los humedales interiores de la llanura suroccidental sobre arenas cuarcíticas en Pinar del Río.

**Hipótesis de trabajo:**

Las especies de plantas acuáticas y palustres que caracterizan los humedales interiores de la llanura suroccidental sobre arenas cuarcíticas en Pinar del Río, requieren patrones de comportamiento específicos, de acuerdo con la variación de la profundidad en la lámina de agua, que caracteriza a las lagunas presentes en estos ecosistemas.

### **Objetivos específicos:**

1. Caracterizar desde el punto de vista físico-geográfico los humedales interiores de agua dulce en el distrito Sabaloense.
2. Inventariar la flora asociada a los humedales interiores de agua dulce en el distrito Sabaloense.
3. Caracterizar las condiciones ecológicas generales, de los cuerpos de agua que forman estos humedales.
4. Caracterizar las particularidades ecológicas de las lagunas objeto de estudio y determinar los patrones de comportamiento estacional, en las especies acuáticas y palustres observadas.

### **Tareas de investigación:**

1. Determinar las características físico-geográficas de los humedales interiores de agua dulce.
2. Georreferenciar los cuerpos de agua existentes en el distrito Sabaloense.
3. Inventariar la flora acuática y palustre asociada a los ecosistemas existentes.

4. Registrar los niveles piezométricos de la lámina de agua en las áreas objeto de estudio y clasificar los cuerpos de agua que constituyen los humedales interiores de agua dulce.
5. Analizar las características físico-químicas del agua y el sustrato en las lagunas objeto de estudio.
6. Implementar un experimento observacional para determinar la ausencia-presencia de las plantas acuáticas y palustres que identifican cada uno de los cuerpos de agua objeto de estudio.
7. Comparar el efecto de las fluctuaciones de la lámina de agua con la ausencia y/o presencia de las plantas acuáticas y palustres en las lagunas objeto de estudio.
8. Ofrecer las categorías de amenaza que poseen las especies acuáticas y palustres observadas.

**Novedad científica:**

Se documenta por primera vez para la ciencia:

- ✓ Un listado georreferenciado actualizado por municipios, con los nombres de los humedales interiores de agua dulce sobre “arenas blancas” en la provincia de Pinar del Río.
- ✓ Un inventario de la flora acuática y palustre, asociada a los humedales interiores de agua dulce sobre “arenas blancas” en la provincia de Pinar del Río, que contribuyen a la actualización y completamiento de los inventarios sobre Diversidad Biológica en Cuba.
- ✓ Una clasificación, según su régimen de inundación, que permite definir las características de los humedales interiores de agua dulce, que se encuentran en las “arenas blancas” de Pinar del Río.
- ✓ Los efectos de la fluctuación en la profundidad de la lámina de agua, sobre los patrones de comportamiento de plantas acuáticas y palustres exclusivas o no de estos ecosistemas, además de precisar la época del año en la que pueden ser observadas, para estudios futuros.

### Importancia teórica:

Los resultados de esta investigación exponen una clasificación para los humedales interiores de agua dulce sobre “arenas blancas” en Pinar del Río y la importancia de ellos en los patrones de comportamiento de especies consideradas acuáticas y/o palustres de acuerdo con la fluctuación del nivel de agua que caracterice cada tipo de humedal en el que se desarrollan; se ofrece el número de plantas asociados a ellos, su porcentaje de endemismo, las familias más representadas, el tipo biológico que predomina, su distribución por cuerpos de agua y la categoría de amenaza para cada una.

### Importancia práctica:

Los conocimientos obtenidos en este trabajo, permitirán sentar las bases para la gestión de conservación en estos valiosos ecosistemas, la exposición de estos resultados preliminares, evidencian la elevada probabilidad de desaparición de los humedales interiores en



nuestra provincia y la posible extinción de especies endémicas, ambos en su gran mayoría, se encuentran fuera de los límites de áreas protegidas o en zonas de amortiguamiento. El conjunto de este estudio se debe utilizar para diseñar estrategias adecuadas de manejo y uso sostenible para la conservación de la diversidad biológica.

Este documento consta de 447 páginas, distribuidas en seis capítulos: Introducción, Revisión bibliográfica, Materiales y métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones y Recomendaciones. En él se insertan 17 tablas y 90 figuras. Adicionalmente, se presentan tres Anexos y un acápite con 276 referencias bibliográficas correspondientes a las citas en el documento.

Los resultados de esta tesis han sido presentados en ocho eventos científicos internacionales y cinco nacionales.





## **2. Revisión Bibliográfica**

### **2.1 Características generales de los humedales.**

A partir de la revisión de literatura disponible, se declara que los trabajos científicos para humedales producidos en Sudamérica han tenido una insuficiente difusión y en algunos casos han sido ignorados a la hora de formular generalizaciones sobre el funcionamiento de estos paisajes dentro de la biósfera, como

resultado, muchas de las hipótesis y conceptos producidos en el viejo mundo, son inapropiados para los grandes humedales de Sudamérica (Neiff *et al.*, 1994), a pesar de esto, se pone de manifiesto, que existe un consenso general, en reconocer como principal característica de los humedales, la presencia de agua en dichos paisajes o formaciones vegetales, al menos, durante una época del año.

Dada la importancia botánica, zoológica, limnológica o hidrológica de estos ecosistemas, en términos de los servicios y funciones que cumple (ecológicos, económicos, estéticos, entre otros), se ha venido incrementando el interés que de su estudio se deriva (Convención Ramsar, 2001). Sin embargo, la relevancia de estos sistemas no es reconocida de manera general, por lo que muchos sectores siguen considerando que son áreas improductivas o reemplazables por otros usos de suelo, por lo que aún en fechas

recientes la pérdida de estos ambientes sigue tasas aceleradas. (Ramsar, 2004)

La presencia de formaciones vegetales de aspecto más o menos sabanoso, sobre suelos arenosos, con ondulaciones que mantienen agua en alguna época de año, no es muy frecuente en el mundo (Álvarez Cobelas & Cirujano, 1996) y su distribución se circunscribe a limitados territorios que han sido reportados para diferentes regiones de: Europa, África, Sudamérica, Centroamérica, Norteamérica, Bahamas y las Antillas (Wells y Shunk, 1931, Laessle, 1958, Glesinger, 1960, Walter, 1962, Bleackley, 1963, Knapp, 1965, Bennett y Allison, 1966, Donselaar, 1968, Howard, 1973, Cirujano, 1980, Sarmiento y Monasterio, 1983, Sarmiento, 1983, Pires *et al.*, 1985, Urquiola, 1987, Gordon, 1989, Álvarez Cobelas & Cirujano, 1996) entre otros.

En el Viejo Mundo, a las llanuras de inundación se les denominan tablas, y están formadas por pequeños encharcamientos continentales de

aguas someras estacionales que alternan con otras más profundas y permanentes (Álvarez Cobelas & Cirujano 1996); generalmente el sustrato en su basamento, está compuesto por calizas y margas del Plioceno con depósitos carbonatados lacustres y lacuno-palustres detríticos formados por arenas, fangos y arcillas con presencia de arenas pizarrosas y areniscas cuarcíticas ubicadas por encima de los 600 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m) (Portero & Ramírez, 1998).

Resulta de interés mencionar que también se revisaron algunos trabajos relacionados con estas formaciones, en otros países de Europa como Irlanda, The Shannon and The Gallows Floodlans (Heery, 1993) y Alemania Spreewald floodlands cercanas al río Spree (Köhler, 1993), las cuales presentan un areal de distribución muy restringido. A partir del descubrimiento del Nuevo Mundo en 1492 y la confección del primero y más notable mapa manuscrito a finales del siglo XV, elaborado

por Juan de la Coza, piloto de Cristóbal Colón en el segundo viaje y de Alonso de Hojeda en la célebre expedición de 1499 (De la Sagra, 1838), se han realizado numerosos estudios sobre la geografía de América.

Para mostrar la importancia de los estudios sobre humedales (Figura 1), se indica la evolución del número de documentos científicos disponibles en la base de datos de Scopus, a lo largo de los últimos decenios que hacen referencia al continente americano.

Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante



Figura 1. Número de documentos indexados por año en Scopus, utilizando los términos “Wetland” y “America” en la búsqueda. Áreas incluidas: CC Ambientales; Agricultura y Cc Biológicas; Tierra y Ciencias Planetarias; Bioquímica, Genética, y Biología Molecular, Multidisciplinar.

La producción científica supera los 4780 registros en el período contemplado, y se observa un incremento exponencial del número de documentos hasta 2006, coincidente con el impacto generado por la Convención de Ramsar,



y un mantenimiento en torno a los 200 trabajos anuales a partir de la década de los años 2010.

Varios científicos coinciden en que, “la existencia de formaciones vegetales de aspecto más o menos sabanoso, sobre suelos arenosos que conservan agua por un periodo de tiempo, es un fenómeno presente en Sudamérica, Centroamérica, Norteamérica, Bahamas y Las Antillas” (Bennett & Allison, 1928; Wells & Shunk, 1931; Laessle, 1958; Glesinger, 1960; Walter, 1962; Bleackley, 1963; Knapp, 1965; Donselaar, 1965, 1968; Howard, 1973, 1979; Borhidi *et al.* 1979, 1983; Anderson, 1981; Sarmiento & Monasterio, 1983; Sarmiento, 1983; Bourliérie & Hadley, 1983; Pires *et al.* 1985).

Desde Canadá hasta la Patagonia, incluyendo el Caribe y Las Antillas, existen varios ecosistemas vinculados a humedales interiores, que guardan una estrecha relación entre ellos por las características que presentan y en muchas ocasiones, de acuerdo con el tema que nos

ocupa, por la flora que los distingue, se revisa lo correspondiente a la Convención Ramsar y también se hará un breve recorrido por algunos de los más importantes que no siguen la línea trazada por este organismo internacional.

De acuerdo con lo planteado en el documento de (Ramsar, 2011) *sensu lato*, “son considerados humedales, todas las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. Adicionalmente los humedales podrán incluir sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal”. La jerarquía no es explícita a pesar de agrupar las clases en tres categorías amplias:

- 1- Humedales marinos y costeros.
- 2- Humedales continentales.
- 3- Humedales artificiales.

Estas categorías (clases) enumeradas, sólo tienen por objeto aportar un marco muy amplio que facilite la identificación rápida de los principales hábitats de humedales representados en cada sitio, basado en una mezcla de características de vegetación, suelo, inundación y geoformas.

A pesar de que la mayoría de los criterios coinciden en que, Canadá representa un alto porcentaje dentro de los humedales interiores del mundo por la presencia de grandes lagos, es importante señalar que más del 95% de los humedales en ese país son turberas, esta característica correspondería con la ubicación en la categoría de sistemas palustres, con predominio de vegetación hidófila, en sentido general, no existe un inventario nacional debido a la gran extensión del país y a lo inaccesible de

muchas áreas, sobre todo las del norte (SNWWG, 1988), sin embargo, cuentan con una gran cantidad de información en el ámbito regional y provincial.

Según Warner & Rubec (1997) el sistema de clasificación para los humedales en Canadá, es simplificado, si se compara con el propio Ramsar, ya que cuenta solo con tres niveles jerárquicos:

- 1- Clase
- 2- Forma
- 3- Tipo

Estos están basados en origen, Genético, Morfológico y Fisionómico por ese orden con criterios hidrológicos y de química del agua; por solo poner un ejemplo:

La Clase, se divide en:

- 1- Turberas (*bog*).
- 2- Turbera minerotrófica (*fen*)
- 3- Pantano (*swamp*)
- 4- Marismas/Ciénagas (*marsh*)
- 5- Aguas someras (*shallow waters*).

Para los Estados Unidos de América (E.U.A), de acuerdo con su extensión geográfica y la variabilidad de zonas climáticas que posee, existe una amplia clasificación de humedales según Cowardin *et al.* (1979) que se basa en:

Terrenos donde la saturación con agua es el factor dominante que determina la naturaleza del desarrollo del suelo y los tipos de comunidades vegetales y animales que viven dentro del suelo y en su superficie, son áreas de transición entre sistemas terrestres y acuáticos donde usualmente el nivel freático está en o cerca de la superficie, o el terreno está cubierto por aguas someras, estos deben presentar como mínimo uno o más de los siguientes atributos:

- ✓ Al menos periódicamente el suelo alberga predominantemente hidrófitas.
- ✓ El sustrato dominante es de suelos hídricos no drenados.

✓ El sustrato no es suelo y está saturado con agua o cubierto por agua somera, un tiempo cada año, durante la estación de crecimiento.

Su clasificación también es jerárquica, pero por cinco niveles:

- 1- Sistema (Factores hidrológicos, geomorfológicos, químicos o biológicos)
- 2- Subsistema.
- 3- Clase (Formas de vida de la vegetación o la fisiografía y composición del sustrato)
- 4- Subclase.
- 5- Tipos.

En caso de que la vegetación cubra el 30% o más del sustrato las clases se distinguen con base a las formas dominantes de vida que constituye el estrato más alto de la vegetación y si la vegetación cubre menos del 30% del sustrato, la fisiografía y composición del sustrato son usadas para distinguir clases.

En humedales tropicales los estudios sobre la vegetación son escasos (Leck, 1989), aunque, en

particular, los estudios ecológicos en humedales de Sudamérica han tenido especial atención en las últimas décadas (Neiff 1978, 1986; Beck 1984; Junk 1984,1993; Mereles & Kochalca 1992; Gantes & Tur 1993; Velásquez, 1994; Colonnello 1995; Gordon 2000; Rial 2000, 2007). En relación con la presencia de humedales sobre arenas blancas. De forma un poco más general, Sarmiento (1983) plantea que las sabanas neotropicales se clasifican de acuerdo con la estacionalidad del ecosistema en cuatro categorías:

- 1- Sabana semi-estacional: Existe bajo una débil alternancia estacional ejercida por un clima mayormente húmedo.
- 2- Sabana estacional: Se presenta alternancia estacional con una intensa estación de sequía que aumenta la posibilidad de ocurrencia de fuegos.
- 3- Sabanas hiperestacionales: Se manifiesta la alternancia de dos marcados períodos de

stress durante el año, uno caracterizado por una sequía extrema, en la cual se pueden producir incendios, y el otro por la sobresaturación de agua en los suelos.

- 4- Esteros: La saturación del suelo por el agua se extiende a lo largo de todo el período anual, lo que representa que el déficit de agua no exista o sea insignificante.

Desde el punto de vista fisonómico el autor divide las sabanas en tres tipos:

- 1- Sabana de pastizal – Desprovista de árboles.
- 2- Sabana abierta – Cobertura de especies leñosas entre el 2 y el 15 %.
- 3- Sabana boscosa – Cobertura de especies leñosas entre el 15 y el 40 %.

Estas sabanas inundables, se caracterizan por la presencia en ellas de un suelo arenoso cuarcítico de naturaleza oligotrófica, que según el criterio de varios autores, su origen se explica de tres formas diferentes:



- 1- Deposición de arenas cuarcíticas procedentes de la erosión de rocas más altas (Wells & Shunk, 1931; Láxele, 1958; Sarmiento, op. cit).
- 2- Podzolización debido a la fluctuación del manto freático, el cual lixivia la materia orgánica y los constituyentes arcillosos de los estratos superiores (Bleackley, 1963; Sarmiento, op. cit).
- 3- In-Situ, por la intemperización de rocas originarias tales como, las cuarcíticas y las graníticas (Sarmiento, 1983).

En las sabanas estacionales de Brasil, Anderson (1981) y Pires *et al.* (1985) publicaron la existencia de una formación vegetal conocida con el nombre de caatinga sabanosa amazónica, integrada por una vegetación fisionómicamente variable, con algún predominio de formaciones arbustivas abiertas sobre arenas blancas puras, producto de la lixiviación, el déficit de nutrientes y un intercambio catiónico muy bajo. Esta vegetación estaba formada por arbustos que generalmente

soportan periodos cortos de inundación, como: *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *Byrsonima coccolobaefolia* Kunth y *Acoelorrhaphe wrightii* (Griseb. & H. Wendl.) H. Wendl. ex Becc., en el estrato herbáceo se reportaron los géneros: *Andropogon*, *Aristida*, *Cyperus*, *Eragrostis*, *Evolvulus*, *Mesosetum*, *Panicum*, *Paspalum*, *Rhynchospora*, *Sporobulus*, todos con representación en la llanura sur de Pinar del Río. (Sarmiento, op. cit.).

De acuerdo con Donselaar (1968), Anderson (1981), Sarmiento (1983), y Pires et al. (1985), reconocen la existencia de sabanas inundables sobre suelos de arenas blancas cuarcíticas en Sudamérica, las cuales tienen su mejor representación en los cerrados de Brasil (caatinga sabanosa), fundamentalmente como una sabana estacional, con una riqueza florística abundante en la que podemos encontrar presentes y formando parte del estrato arbustivo, *Byrsonima crassifolia*, *B. coccolobaefolia*, *Curatella*

*americana* L., *Xylopia aromatica* L., y especies de los géneros, *Miconia*, *Tabebuia* y *Davilla*. En el estrato herbáceo se pueden observar, *Andropogon bicornis* L., *Leptocoryphium lanatum* (Kunth) Nees., *Mesosetum loliiforme* (Hochst. ex Steud.) Chase., *Paspalum pulchellum* Kunth, Mem., *Sporobolus cubensis* Hitchc., *Fimbristylis capillaris* (L.) A. Gray, *Cyperus flavus* (Vahl) Nees, *Evolvulus sericeus* Sw., y especies de los géneros, *Aristida*, *Eragrostis*, *Panicum*, *Rhynchospora*, entre otras, además existen con características semejantes, la Gran sabana y Sabana costera de Guyana y los Llanos de Mojo, en Bolivia.

Para las sabanas inundables de Guyana, Surinam y Cayena, Sarmiento (op. cit.) reporta suelos de arena blanca cuarcítica localizados en litorales de pantanos, manglares y bosques continuos de estos tres países, los cuales existen en depósitos plio-pleistocénicos aluviales.

Un mecanismo distinto en la aparición de los depósitos de arena blanca es explicado para la Formación Berbice por Bleackley *et al.* (1963), pues tales depósitos no son considerados como el resultado de un proceso deposicional. Las investigaciones realizadas en esta formación, muestran la existencia de una zona de transición entre la capa superficial de arena blanca y el basamento ferruginoso subyacente, donde se evidencia una progresiva pérdida del contenido de hierro desde la capa superficial hasta las inferiores. Schitzer & Delon, (1952) y Bloomfield (1953, 1954, 1955), estudiaron el movimiento del hierro en suelos podzólicos bajo la influencia de los compuestos orgánicos derivados de la descomposición de las hojas, a través de este estudio llegaron a la conclusión de que el óxido de hierro es movilizado en forma de compuesto órgano ferroso de considerable estabilidad. Unos años después Coulson *et al.* (1960), determinaron que los polifenoles de las hojas, lavados por la

lluvia, juegan un importante papel en la podzolización, favoreciendo el movimiento del hierro bajo condiciones ácidas.

Bleackley *et al.* (op. cit.) consideran que algunos bosques presentes en la Formación Berbice alcanzan un clímax edáfico donde las arenas blancas existentes son ahora incapaces de sostener un bosque alto. Sobre esto, Walter (1962) mantiene el mismo criterio, aunque añade, que al parecer, los suelos en los cuales los bosques prosperaron en un inicio, eran muy fértiles, provistos de una buena cantidad de arcilla, la cual fue disminuyendo por lixiviación y por la acción de la degradación química, caso similar a lo ocurrido con el hierro.

Según Sarmiento (1983), en su análisis de la vegetación de Veracruz en México, reconoció la existencia de una sabana inundable cerrada especial, muy relacionada con el bosque bajo de roble, entre las especies leñosas se mencionan a: *Byrsonima crassifolia*, *Curatella americana*, y

también otras especies de los géneros, *Acrocomia*, *Coccoloba* y *Crescentia*. Las sabanas altas y las cerradas tienen muchas especies en común, como es el caso de las de los géneros: *Andropogon*, *Bulbostylis*, *Casia*, *Dichromena*, *Paspalum* y *Rhynchospora* entre otras. Para concluir tenemos el caso de *Acoelorrhaphe wrightii*, el cual abunda sobre suelos húmedos de las márgenes de las lagunas. En Belice, Charten (1941) reportó la aparición de varias series de sabanas estrechamente vinculadas con la evolución de los suelos en terrazas de río y sobre costas.

En la región del Caribe, particularmente en Venezuela, la distribución y características de los humedales de agua dulce están condicionadas por una amplia diversidad climática y geográfica, por esta razón existe una gran diversidad de estos ecosistemas en todo el país y consecuentemente, no es posible hablar de una “comunidad de vegetación típica” de los humedales;

contrariamente, distintos autores han demostrado que los diferentes tipos de humedales presentan complejas y variadas asociaciones vegetales.

Así, mientras en ciertas áreas inundables del llano predominan comunidades vegetales, dominadas por gramíneas, y en general especies de bajo porte, capaces de soportar un largo periodo de anegación estacional (González-Boscán, 1985, 2007; Velázquez, 1994; Rial, 2000, 2007), en otras zonas, donde las condiciones edáficas y el relieve lo determinan, existen complejos bosques de galería multiestratificados poblados tanto por especies arbóreas caducifolias como por especies siempreverdes; éstos se ubican, principalmente, a lo largo de ríos y caños tanto en los llanos meridionales como en los llanos altos occidentales y en los llanos orientales (Aymard, 2005; Aymard & González-Boscán, 2007).

En sentido general se consideran los humedales de América del Sur, como áreas que alcanzan una gran diversidad y que por su composición

florística y situación geográfica podríamos dividir en cuatro grandes grupos:

1- Humedales andinos neotropicales (Cleef, 1981; Rangel & Aguirre, 1983; Franco *et al.* 1986; Seibert & Menhofer, 1991, 1992; Galán de Mera *et al.* 2003, 2004) en ellos coexisten algunas especies de plantas características de esas zonas y que además comparten varios géneros con Cuba como: *Distichia muscoides* Nees & Meyen, *Eleocharis macrostachya* Britton, *Isoetes andicola* (Amstutz) L.D. Gómez, *I. glacialis* Aspl., *Juncus ecuadoriensis* Balslev., *Myriophyllum quitense* H.B.K., *Oxychloe andina* Phil., *Potamogeton illinoensis* Morong, *Puccinellia frigida* (Phil.) I.M. Johnst., *Ranunculus limoselloides* Turcz., *Scirpus californicus* subsp. *tatora* (Kunth) T. Koyama, *Stuckenia punensis* (A. Galán) A. Galán.

2- Humedales andinos patagónicos y de clima templado (Boelcke *et al.* 1985; San Martín Padovani *et al.* 1993; Hauenstein *et al.* 2002;



Gandullo Faggi, 2005) estos ecosistemas comparten con Cuba algunos de sus géneros e incluso también especies características de distribución neotropical como: *Caltha sagittata* Cav., *Carex gayana* Desv., *C. magellanica* Lam., *Deyeuxia neglecta* Kunth, *Egeria densa* Planch., *Glyceria multiflora* Steud., *Hippuris vulgaris* L., *Hordeum lechleri* (Steud.) Schenck, *Potamogeton berteroi* Phil., *Myriophyllum aquaticum* Verdc., *Nymphaea alba* L.

**3-** Humedales de la Cuenca Amazónica y de las sabanas inundables del Orinoco, Mato Grosso y Moxos (Haase, 1989, 1990; Encarnación, 1985; Kalliola *et al.* 1993; Colonnello, 1995; Galán de Mera, 1995, 2007; Fuentes & Navarro, 2000), algunas especies en común con nuestros humedales y que están presentes como plantas características en estos son: *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth, *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees, *Limnobium laevigatum* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Heine, *Montrichardia*

*arborescens* (L.) Schott, *Nymphaea amazonum* Mart. & Zucc., *Pontederia subovata* (Seub.) Lowden, *Thalia geniculata* L., *Utricularia foliosa* L., *U. gibba* L., *Victoria amazonica* (Poepp.) J.C. Sowerby.

4- Humedales de la región desértica pacífica (Müller & Gutte, 1985; Linares Perea, 2000), algunas plantas características y que podemos encontrar en nuestros ecosistemas son: *Cyperus laevigatus* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Pityrogramma trifoliata* (L.) R.M. Tryon, *Potamogeton striatus* Ruiz & Pav., *Rapanea manglillo* (Lam.) Mez, *Scirpus americanus* Pers., *Typha domingensis* Pers.

Dentro de estos humedales, los correspondientes a los Llanos del Orinoco con 240.000 kilómetros cuadrados, en lo adelante (km<sup>2</sup>) y el Pantanal compartido por Brasil, Bolivia y Paraguay 280.000 km<sup>2</sup>, son los más extensos del mundo de acuerdo con Adámoli (1999) y la Convention on Wetlands (2007). En este último informe, los autores revelan

al Pantanal, como el humedal más diverso del mundo.

Lo cierto es que tanto el Pantanal (parte brasileña) como los Llanos del Orinoco y por extensión el Delta del Orinoco, tal vez sean los más estudiados de todos desde la segunda mitad del siglo XX por: Sarmiento & Monasterio (1969); Prance & Schaller (1982); Castroviejo & López (1985); Ratter *et al.* (1988); Pott *et al.* (1989); Pott & Pott (1994, 2000); Colonnello (1995); Zeilhofer & Schessl (1999); Rial (2000); Galán de Mera *et al.* (2006) y Galán de Mera (2007).

Resulta importante destacar que la presencia de muchas especies de plantas adaptadas a la variabilidad estacional de los suelos con respecto a los ritmos de inundación que puedan presentar, tanto en ecosistemas del continente americano, como en el insular que presenta nuestro archipiélago, puede estar relacionada con vicarianzas florísticas y similitudes geomorfológicas, que pueden sustentar las

teorías sobre el origen y formación del Arco de las Antillas Menores y la comunicación existente con las Antillas Mayores y el resto de las islas del Caribe.

## **2.2 Características generales de los humedales en Cuba.**

De acuerdo con el informe de la Oficina Nacional de Estadística (ONE, 2014), Cuba, es un archipiélago tropical que está formado por la Isla Principal o Central, la Isla de la Juventud (también llamada “Isla de Pinos”, antes del triunfo de la revolución, esta aclaración se considera importante, ya que puede ser citada en este documento, con esa toponimia, en varias publicaciones significativas anteriores a 1959, relacionadas con el tema en cuestión), y aproximadamente 4195 cayos o islotes adyacentes que suman una superficie de 110922 km<sup>2</sup> en tierra firme, si a esto le añadimos la existencia de una plataforma submarina con alrededor de 67831 km<sup>2</sup>, entonces se puede

considerar este sistema con un área total de 178753 km<sup>2</sup>.

La búsqueda bibliográfica realizada en Scopus (Figura 2 y 3), lanza unos resultados de 174 registros indexados desde 1989, y solo para Cuba únicamente 24 artículos indexados desde 1996, lo cual denota la gran falta de información en el archipiélago para estos ecosistemas.



Figura 2. Número de documentos indexados por año en Scopus, utilizando los términos “Wetland” y “Caribbean” en la búsqueda. Áreas incluidas: CC Ambientales; Agricultura y Cc Biológicas; Tierra y Ciencias Planetarias; Bioquímica, Genética, y Biología Molecular, Multidisciplinar.



Figura 3. Número de documentos indexados por año en Scopus, utilizando los términos “Wetland” y “Cuba” en la búsqueda. Áreas incluidas: CC Ambientales; Agricultura y Cc Biológicas; Tierra y Ciencias Planetarias; Bioquímica, Genética, y Biología Molecular, Multidisciplinar.

Muy relacionado con lo anterior y que resulta de vital importancia, es la revisión de materiales que explican la formación de los humedales en Cuba, a partir del conocimiento sobre el posible origen de los diferentes procesos de sabanización ocurridos en nuestro país, es sustancial tener en cuenta, que este término de “humedal” como explicamos anteriormente, comenzó a utilizarse hace poco tiempo.

De acuerdo con la terminología geobotánica (Elleberg, H., & Mueller-Dumbois, D. 1966), estos suelos llanos, originan las sabanas, que según Borhidi & Herrera (1977), es un vocablo de origen caribeño, y que se aplica a los ecosistemas tropicales cuyos estratos dominantes están formados por plantas herbáceas (sobre todo por gramíneas y ciperáceas) con algunos tipos de árboles entremezclados, que pueden estar en mayor o menor medida repartidos uniformemente, representados por palmas, pinos, árboles latifolios siempreverdes, caducifolios, o espinosos (Borhidi & Del Risco, 1979).

Según Elleberg, H., & Mueller-Dumbois, D. (1966), sobre la base de la génesis de las sabanas en Cuba, se distinguen dos grandes grupos:

- 1) Sabanas naturales o primarias:
  - ✓ Sabanas climáticas: Se originan en climas muy secos (Walter, 1962, 1970), donde las precipitaciones anuales

oscilan entre 300 y 600 mm y se presentan 9-10 meses muy secos.

- ✓ Sabanas edáficas: Se desarrollan en un clima estacionalmente seco (con 5-8 meses secos) condicionadas por suelos de poca profundidad y/o de mal drenaje (Beard, 1953), que provocan en la vegetación una economía extrema del agua, están caracterizadas por la inundación del ecótopo en la época de lluvia, y el aridecer del suelo, combinándose con fuegos ocasionales en la seca.

## 2) Sabanas antrópicas o secundarias:

- ✓ Sabanas semiantrópicas: Están formadas, en general, por la flora herbácea original del biótopo y de su alrededor, bajo una influencia antrópica no muy intensa y que no se repite regularmente (fuegos escasos, pastoreo extensivo), en éstas la flora es propia del



ecótopo original, pero el ecosistema es ajeno al ecótopo (sabanas arenosas y serpentinosas)

- ✓ Sabanas antrópicas: Se desarrollan bajo una influencia profunda continua o regularmente repetida (tala, fuegos frecuentes, pastoreo intensivo), ni la flora ni el ecosistema son propios del ecótopo, aunque ambos tienen continuidad sucesional (por el proceso de la degradación) con la flora y el ecosistema originales (sabanas arcillosas y aluviales).
- ✓ Sabanas artificiales: Son formadas por la actividad humana después de la destrucción completa de la flora y vegetación originales y de las sabanas antrópicas, en este caso, la flora y el ecosistema son igualmente ajenos al ecótopo y no tienen continuidad sucesional (por la degradación

completa) con la flora ni con el ecosistema originales (pastos artificiales de hierba guinea y de pangola).

Acerca del origen de las sabanas cubanas existen tres opiniones, por una parte, se señala que por el año en que fue descubierto el Nuevo Mundo (1492), el área total de la Isla de Cuba, estaba ocupada en un 95% o más, por bosques de diferentes tipos (Borhidi & Herrera, 1977). La interpretación más generalizada entre los historiadores, geógrafos, y botánicos cubanos, así como entre algunos ecólogos extranjeros (Borhidi, 1974), es la que postula la existencia en Cuba de entre un 15-20% de sabanas originales (climáticas y edáficas) o antrópicas, a la llegada de los españoles (Borhidi & Del Risco, 1979).

Por otra parte, varios climatólogos, pedólogos, y botánicos, en general extranjeros, opinan que las sabanas naturales y antrópicas ocupaban el 30-50% o más, del territorio de Cuba, al inicio de la conquista española, existen muchos datos

históricos que apoyan la segunda tesis y presentamos a continuación los que constituyen los argumentos más fuertes.

Cuba fue base de aprovisionamiento de caballos para llevar a cabo la conquista del Nuevo Mundo (México y Perú) desde 1520 hasta 1550, es imposible que un país sea capaz de alimentar este tipo de ganadería si no cuenta naturalmente con tierras de pastoreo para desarrollarla, además fue la base de suministro de ganado vacuno, cueros, sebo, y carne salada, que cargaban los barcos como mercancías, por eso (Borhidi & Herrera, 1977) en su análisis, desechan la posibilidad de que tal cantidad de ganado se alimentara del ramoneo, o que las reses pudieran sostenerse comiendo sólo las hierbas típicas de los bosques cubanos, que son, en general, higrófitas.

Con este fin fue entregada probablemente en 1530, la primera merced en la Sabana del Asno, actualmente Municipio de Fomento, en la Provincia de Sancti-Spíritus, más tarde fue

mercedada a Fernando Gómez la Sabana de Manicaragua o de La Cabeza, en 1536, fecha a partir de la cual fue repartido prácticamente todo el País en forma de *hatos* y *corrales*. (Guerra et al., 1952) y (Borhidi & Herrera, 1977).

De acuerdo con las descripciones hechas por Bartolomé de las Casas y Gonzalo Fernández de Oviedo, la agricultura que desarrollaron los taínos (tribus de cazadores-agricultores) se basaba en dos tipos de explotación:

1) montones

Los montones se hacían para el cultivo de la yuca, en las sabanas con suelos de poca profundidad, y por tanto pobres, agrupaban la tierra formando montones de 8-9 pies (2,44-2,52 m.) de diámetro y de altura aproximadamente a la rodilla, planos en su superficie, donde enterraban los tallos de la planta, que constituía la base de su alimentación.

2) siembra a tumba y a jan (coa).

En la siembra a tumba y a jan, destruían el monte para utilizar sus tierras fértiles y profundas en los

cultivos de tabaco, maíz y tubérculos; si además, se considera que la existencia del hombre en Cuba se fecha entre 8000 y 5000 años y que no eran capaces de talar el bosque por carencia de instrumentos adecuados, debemos pensar en la existencia de bosques claros o sabanosos (Waibel, 1943), con pastizales formados sobre tierras fértiles, desde antes de la conquista, debido a que los indios pudieron utilizar el fuego como medio para destruir el monte y desarrollar el segundo tipo de explotación de la tierra descrito, aunque la extensión de estas áreas se supone que no fue muy grande (Borhidi & Herrera, 1977).

La existencia de un buen pasto, sobre terrenos que pudieran estar inundados ocasionalmente, desde antes de la conquista ha sido negada por los que sostienen la primera tesis, en cuanto a esto, hasta el momento se conocen los datos que se refieren a las primeras introducciones realizadas en Cuba para mejorar los pastizales. Sin embargo, para poner un ejemplo, no se ha

hallado una fecha de introducción para el *Paspalum notatum* Flüggé, el cual según Borhidi & Herrera (1977) pensaron fuera cubano, pues los campesinos de todo el país, donde se encuentra ampliamente distribuido, lo han utilizado desde hace mucho tiempo para la alimentación del ganado; esta hierba, conocida por muy variados nombres: “sacasebo” (Roig, 1965) o “alpargata” (Catasús, 2014), era muy estimada por los antiguos ganaderos del país, sobre todo, en las provincias del occidente y centro de Cuba, de acuerdo con Catasús (2014) se mantiene como una de las especies importantes en la producción de pastos y forrajes cubanos. Borhidi & Herrera (1977) sostienen la hipótesis de que si existieron en el archipiélago cubano bosques sabanosos desde antes de la conquista, estos estuvieron formados seguramente con la participación de esta gramínea, ya que se desarrolla también con buen rendimiento, en los suelos de mocarrero, los que son sabanizables con gran facilidad, y en los

cuales actualmente no se encuentran áreas de bosque, con excepción de un pequeño núcleo en la provincia de Matanzas. Todo esto hace pensar en la existencia de sabanas naturales (en general edáficas) y antrópicas desde antes de la conquista.

La tercera tesis fue establecida por Bennet & Allison (1962), quienes en su clasificación de los suelos de Cuba, intentaron trabajar con un concepto ecológico, pues consideraron, junto a las características geográficas y morfológicas, las de vegetación y aspiraron a encontrar relaciones entre suelo y vegetación. Ellos determinaron que los suelos que tienen una profundidad de 25-35 cm con una capa impermeable, cementada, presentaban sabanas naturales. Según este concepto, por lo menos la tercera parte de la vegetación original de Cuba estaba constituida por sabanas. Bennett & Allison fueron autoridades en pedología, y su concepción parecía tan lógica y convincente que tuvo una influencia grande en los

botánicos, que, en general, no tenían experiencias ecológicas profundas, o, si las tenían, no conocieron de autopsia la vegetación de Cuba.

En realidad, Bennett y Allison, no siendo fitoecólogos, subestimaron la tolerancia de las plantas arbóreas, que son capaces de formar cualquier tipo de bosque natural en dichos suelos.

Borhidi & Muñiz (1979) detectaron restos de la vegetación original en todas las áreas de "suelos de sabanas" y determinaron que los tipos de vegetación natural de estas áreas eran bosques arbustivos secos, espinosos secos, o semidecíduos micrófilos, y que en los suelos arenosos de Pinar del Río existían pinares sabanosos abiertos (Borhidi, 1974).

Estos conceptos fueron aceptados por León (1946), quien habló sobre sabanas naturales arenosas, serpentinosas, y arcillosas, en las primeras obras que publicó sobre la Flora de Cuba, así como por Marie Victorin & Hno. León



(1942, 1944), Seifríz (1940, 1943), y Caravia (1945).

En base a la literatura, Bearv (1953) y Knapp (1965), consideraron como sabanas naturales los territorios con palmas y pinos esparcidos, además de aceptar la opinión de Caravia (1945) de que los territorios herbáceos de la Sierra de Nipe son sabanas montanas comparables con las de Guyana.

Una discusión muy detallada y profunda de los problemas de las sabanas fue publicada por Beard (1953), dando una reseña bibliográfica amplia y crítica también. Como planteamiento importante, estableció que los climas de las llanuras neotropicales en todas partes pueden formar una vegetación de cualquier tipo de bosque, por lo que en las llanuras de este tipo no hay climas de sabana.

En este mismo trabajo Beard (1953), plantea que las sabanas naturales se forman en territorios orográficamente viejos (denudados), o sea,

llanuras con poca energía de relieve y, por tanto, favorables para la acumulación de suelos arcillosos pesados, de mal drenaje, que causan el estancamiento de las aguas superficiales en la época de lluvia, en resumen, atribuyó gran importancia a los factores orográficos y basado en estos, planteó que la economía extrema del agua, condicionada por la falta de pendientes unido a la estructura interna del suelo, eran los factores determinantes para la formación de las sabanas y que las características químicas del sustrato tenían importancia secundaria.

Teniendo en cuenta los criterios de Borhidi & Herrera (1977) se puede plantear que, al producirse el descubrimiento de la isla de Cuba en 1492, existían tres tipos de áreas herbáceas, que ocupaban en su conjunto entre el 15 y 20% del territorio del país.

1- Áreas abiertas: Estas se dividen en tres subtipos que ocupaban originalmente el 3% del territorio de la Isla:

1.1) Sabanas climáticas: representadas por áreas muy reducidas en los valles aluviales de la costa sur de Baracoa (Guantánamo; San Antonio del Sur e Imías)

1.2) Sabanas edáficas: en los valles inferiores de los ríos mayores.

1.3) Ciénagas y pantanos con herbazales húmedos: representados mayormente, en los valles de los ríos, y explotados en función de la ganadería.

2- Sabanas antrópicas: Se trata de áreas que debieron estar presentes en las zonas fértiles arcillosas, no inundadas, considerando la influencia del hombre indio.

Podrían presentarse algunos ejemplos, pero el hecho de haber sido producidas por los indios en forma de claros de extensión variable, en los bosques, impide su representación en un mapa. Borhidi & Herrera (1977) consideran que por estar concentradas las tribus cazadoras-agricultoras, principalmente en la parte oriental de la isla

principal, su efecto sobre la vegetación probablemente dio lugar a un 5-10% de bosques sabanosos, producidos por la acción del fuego. Desde el inicio de la conquista hasta nuestros días, la vegetación de Cuba ha sufrido grandes cambios, sus bosques fueron sometidos a la tala indiscriminada por los españoles, quienes exportaban a España grandes cantidades de maderas preciosas, o la utilizaban en la construcción de sus navíos, casas, y muebles entre otros. Saco (1828) señala que partiendo de 1766, cuando los bosques distaban de La Habana cinco ó seis leguas, la tala fue alejándolos cada vez más hasta que en 1828, en poco más de medio siglo, no se encontraban por ninguna parte ni aún a la distancia de 20 leguas.

Borhidi & Herrera (1977) plantean que producto de la colonización del país, unido a los cambios que se produjeron en la economía por el desarrollo de la ganadería, la industria azucarera, el tabaco, y otros cultivos, se fueron deteriorando los bosques,

que en un inicio constituían la mayor parte de la isla.

En estas formaciones sabanas con el paso del tiempo y el aumento considerable de la actividad antrópica sobre ellas, hasta nuestros días, se han originado numerosos humedales de diferentes tipos, en los que, según la ONE (2014), se concentra una parte esencial de la rica diversidad biológica de nuestro archipiélago, estos cubren una extensión aproximada de 10 412 km<sup>2</sup>, equivalente al 9,3 % de la superficie total de Cuba, en este 9.3 % de la superficie del país; se incluyen los pantanos, sabanas inundables y áreas cenagosas, tanto litorales como interiores.

Los ecosistemas de humedales están reconocidos como de alta fragilidad y vulnerabilidad (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013); sin embargo, gran parte de ellos en Cuba, al igual que en otras regiones han tenido la responsabilidad de sustentar directa o indirectamente a diversas comunidades de

diferentes civilizaciones, ubicadas estratégicamente cerca de los reservorios de agua y generalmente en suelos llanos, para garantizar las necesidades básicas de los seres humanos.

Los principales beneficios de los humedales pueden ser de tipo ecológico y económico, entre ellos se encuentra la protección de los hábitats, la mitigación de la erosión costera, la captura del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) atmosférico, la depuración de efluentes, la amortiguación de los impactos sobre la infraestructura socioeconómica por fenómenos meteorológicos extremos que son muy frecuentes durante la época lluviosa, el abastecimiento de agua para el consumo humano y las diferentes actividades económicas, la recarga del agua subterránea y la captación de aguas de lluvia en zonas urbanas y rurales (ONE, 2014); también tienen funciones primordiales para la vida en general, al contribuir positivamente a la calidad de las aguas, controlar las inundaciones, la estabilidad de la línea costera, servir de

barreras y/o filtro natural, entre los eventos marinos y terrestres fundamentalmente con la acción protectora de los bosques de mangles (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013). Los humedales cubanos, son parte importante e inseparable de la riqueza y diversidad biológica del archipiélago, desde las diferentes unidades de paisajes que ellos atesoran: estuarios, costas abiertas, ciénagas, llanuras inundables, sabanas inundables de pastizales, matorrales, bosques semidecíduos inundables, lagunas, charcas estacionales y ríos, a esto hay que sumar además, los humedales de origen artificial, que generalmente son de gran extensión como las arrozceras, presas, micro presas y canales, que fueron originados a partir de acciones del hombre, que también tributan de manera positiva o negativa; según las circunstancias y el nivel de explotación al que son sometidos y que tienen un determinado nivel de impacto en la riqueza y diversidad biológica, de las especies que conviven

en ellos (Novo *et al.* 2010). Nuestro país, por su ubicación y en su condición de archipiélago, a pesar de ser estrecho y alargado, atesora varios patrones de estos ecosistemas, de los cuales se ofrecen a continuación algunas consideraciones que se consideran importantes.

Los sitios Ramsar en Cuba conforme con S.N.A.P (2014) son seis: Buenavista, también Reserva de la Biosfera, ubicado al norte de la provincia de Sancti Spiritus; Ciénaga de Zapata, Reserva de la Biosfera y mayor humedal del Caribe insular, ubicado al sur de la provincia de Matanzas; Sur de la Isla de la Juventud (Ciénaga de Lanier); Río Máximo, ubicado al norte de la provincia de Camagüey, el Gran Humedal al Norte de Ciego de Ávila y el Delta del Cauto en la provincia Granma (Figura 4).

Existe además, el sistema lacustre del sureste de Pinar del Río, que incluye una parte importante del Istmo de Guanahacabibes, este conglomerado de



humedales interiores, a pesar de que no está reconocido como sitio RAMSAR todavía y por esa razón se decide no ubicarlo en el mapa, alberga varias regiones que ya forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (S.N.A.P), de acuerdo con el grado de significación y la categoría de manejo que se utiliza en ellos; una información más detallada de este sistema lacuno- palustre, se ofrecerá más adelante, ya que la investigación que da lugar a este documento de tesis, tiene lugar en estos hábitats.

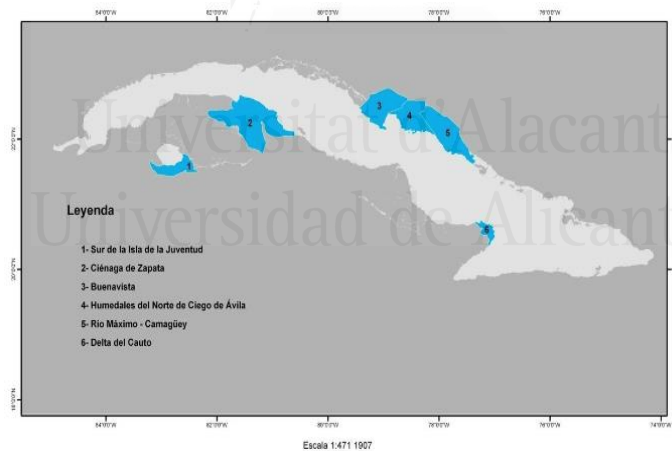


Figura 4. Distribución de los sitios Ramsar en Cuba. Fuente: (S.N.A.P, 2014)

El humedal se ubica al sur de la Región Occidental de Cuba en el Archipiélago de los Canarreos, específicamente en el sur de la Isla de la Juventud, conformado por la Ciénaga de Lanier que atraviesa la Isla centralmente con rumbo oeste, este, nordeste desde la ensenada de Siguanea hasta la boca oriental de San Juan convirtiéndose en una barrera geográfica natural que divide al norte de la Isla de la Llanura cársica del Sur, e incluye las zonas marinas aledañas. Se aprecian variados biotopos entre los que se destacan el bosque semideciduo, la laguna arrecifales, placeres de pastos marinos, manglares y herbazales de ciénaga entre otros, estos encierran una gran diversidad en buen estado de conservación, además de contener huellas de culturas precolombinas que habitaron en el lugar. Toda esta región es considerada como un Área Protegida de Recursos Manejados (categoría VI UICN) conteniendo en su interior varias zonas núcleo propuestas que contienen los

elementos más representativos de la flora y fauna marina y terrestre del humedal, conteniendo varias especies endémicas, contenidas en categorías de protección. Aunque en la actualidad su asimilación económica es muy baja, se espera en el futuro un aumento de la misma con el desarrollo de la actividad turística.

El Parque Nacional Ciénaga de Lanier, ubicado en el “Sur de la Isla de la Juventud”, es el segundo humedal en importancia del archipiélago cubano, abarca una extensión de 126.000 ha., y alcanza una longitud de 37 kilómetros entre las ensenadas de San Juan al este y La Sigüanea al oeste. Este lugar ha sido declarado sitio Ramsar; relativo a la conservación y uso racional de estos ecosistemas, La Ciénaga de Lanier, posee evidencias de un sitio arqueológico importante de asentamientos de aborígenes en algunas de sus áreas.

Se encuentra dividida en dos partes: occidental y oriental, separadas de la parte norte por un puente

calcáreo, conocido por el nombre de Cayo Piedra, el área donde hay agua dulce se encuentra ubicada en lagunas y pantanos, dispersos en el carso seco donde crece la yana y la cortadera; el resto está ocupado por una vegetación típica del humedal, compuesta por matorrales, sabanas inundadas, bosques semidecíduos y de hoja perenne, que incluyen diversos hábitats, como lagunas arrecifales, pastizales marinos, manglares cerca de la costa y una planicie cársica, también forma un área pantanosa, donde sobresalen zonas emergidas.

Resulta significativo señalar que estos hábitats, poseen un alto número de especies de plantas endémicas, y que además comparten con un área muy semejante a las de la llanura sur de Pinar del Río, por la presencia de arenas cuarcíticas con un alto grado de pureza y también de sus principales formaciones vegetales de acuerdo con Izquierdo & Yero (2002) y que por su importancia y relación

con el tema de investigación, registramos a continuación:

- ✓ Lagunas costeras: generalmente son poco profundas (0.2-2m) con variable intercambio con el mar, que depende de la amplitud de la marea; su conexión con el mar es a través de canales. La mayoría posee considerable aporte de agua, sedimentos y materia orgánica procedente de tierra adentro, lo que influye en su gran productividad biológica (Capote & Menéndez, 1994).
- ✓ Manglares: son bosques de mangles que se desarrollan en costas bajas fangosas sobre suelos cenagosos, parcial o totalmente inundados, estos presentan variedades fisionómicas (Capote & Menéndez, 1994), son monodominantes y mixtos, desde altos hasta achaparrados y en algunos casos están asociados a comunidades halófitas. Esto último

condiciona una densa red de ecotonos que brinda una relación ecológica muy rica, generalmente se encuentran constituidos por la asociación de las cuatro especies presentes en Cuba: *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo) *Avicennia germinans* (L.) L. (mangle prieto), *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. (pataban) y *Conocarpus erectus* L. (yana) (Capote & Menéndez, 1994), siguiendo este orden desde el mar hacia la tierra. Constituyen un sustrato particular para la fijación de numerosos invertebrados. Además, aportan una gran cantidad de energía al ecosistema acuático mediante sus hojas, ramas y raíces, las cuales pasan a formar parte del detrito acumulado en los sedimentos. Sus raíces sirven de refugio a las etapas juveniles de especies comerciales y de interés científico. En estudios recientes se obtuvo

para este biotopo el valor más elevado de riqueza para las aves.

- ✓ Bosques de mal drenaje: se distribuyen en las zonas de aguas someras de las llanuras anegadizas estacionalmente, en áreas con suelos hidromórficos y con las aguas subterráneas muy cercanas a la superficie. Están asociados a la zona de transición entre las zonas mejor drenadas y las inundadas, en su estrato arbóreo predominan *Bucida buceras* L. (júcaros), *Sabal parviflora* Becc. (palma cana) y *Conocarpus erectus* L. (yana)
- ✓ Lagunas interiores: se encuentran alejadas de la tierra a más de un kilómetro de distancia, asociadas fundamentalmente a depresiones cársticas y cársticas tectónicas. Son más profundas que las costeras, de aguas dulces, de régimen permanente o estacional en dependencia de que su alimentación dependa de las

lluvias o de las aguas subterráneas. Muy vinculada a estas lagunas se encuentran los:

- ✓ Bosques de ciénaga: en estas áreas se comporta como una franja, entre el herbazal de ciénaga y el bosque semideciduo, por lo que aparecen algunos elementos, de ambas formaciones como; varios representantes del género *Ficus*, *Roystonea regia* (Kunth) Cook y algunas especies de la familia Cyperaceae entre las herbáceas (García, 1990). Predominan las especies del género *Bucida*, las epifitas como *Encyclia sp.* y *Tillandsia sp.*, algunas lianas espinosas y *Nephrolepis sp.* El suelo es mayormente turboso y en él se desarrollan *Conocarpus erectus*, *Sabal parviflora*, *Annona glabra* L. (bagá), varias especies de roble *Tabebuia sp.* y *Chrysobalanus icaco* L.



- ✓ Herbazal de ciénaga: presenta un estrato herbáceo con *Cladium jamaicense* Crantz. (cortadera), *Typha domingensis* Pers. (macío) *Cyperus* sp. e insectívoras del género *Utricularia* (García, 1990), que varía en su altura desde 50 cm hasta más de 150 cm en algunos lugares, todas sobre suelo fangoso. Se encuentran pequeños cayos interiores de bosques de ciénaga con predominio de hicaco, bagá, júcaro y bordeando el herbazal aparece el júcaro espinoso *Bucida spinosa* (Northr.) Jenn., y abundantes epifitas.
- ✓ Turberas con herbazal: son las áreas de llanuras muy bajas (acumulativas, palustres, pantanosas) y depresiones de diverso origen, con depósitos turbosos y turbo margosos profundos, con predominio de herbazal de ciénaga sobre suelo hidromórfico. Constituyen sitios de especial interés para la conservación de especies

de aves acuáticas por su riqueza y abundancia.

- ✓ Turberas con arbustos: Constituyen áreas de llanuras bajas acumulativas, palustres, pantanosas y depresiones de diverso origen con suelos hidromórficos turbosos y turbomargosos profundos, generalmente en zonas mejor drenadas y cubiertos por especies vegetales arbustivas y matorrales. En muchos casos corresponde a áreas con *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*.
- ✓ Bosque semidecíduo: Es la formación vegetal más representativa, se desarrolla sobre suelos esqueléticos de piedra hueca, pobres, formados por rendzinas tropicales pardas y negras, contiene los mayores índices de biodiversidad del área. Esta formación vegetal presenta un gran interés para la conservación de la avifauna por la

abundancia y diversidad de especies de aves que posee.

Por su parte, la Ciénaga de Zapata, se crea en 1936 y se aprueba legalmente por el Acuerdo 6291/2008 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros de Cuba, cuenta con una superficie total de 418 921,00 ha., de ellas 281 861,00 son terrestres y otras 137 060,00 marinas (S.N.A.P, 2014), según (Oviedo, 2013), alcanza una extensión de 4520 km<sup>2</sup> de superficie, ocupando todo el sur de la provincia de Matanzas y contiene la mayor área de pantanos y marismas de Cuba con 260 000 ha, su cuenca posee uno de los mayores y más complejos sistemas de drenaje cársico del país, ya que la región se encuentra fracturada por un sistema de fallas de componente norte-sur y sistemas de agrietamientos paralelos, que dan lugar a 2 grandes bloques bien diferenciados, separados por la falla de Cochinos, que constituyen la ciénaga Oriental y la Occidental, justo donde se ubica el Parque

Nacional; según Oviedo (2013) constituye el mayor y más excepcional humedal de Cuba y uno de los que mejor estado de conservación presenta en las islas del Caribe, está cubierto por extensos manglares, herbazales, bosques de ciénagas y vegetación costera, lo que le ha valido su inclusión en la Lista de Humedales de Importancia Internacional de la Convención RAMSAR, el clima es estacional, seco en los meses de invierno, de noviembre a abril y húmedo entre mayo y octubre, con un promedio de precipitación media anual, que lo ubica entre los 1200-1700 mm, afirma Oviedo (2013) que este humedal ostenta la mayor diversidad biológica de los presentes en Cuba, con una flora autóctona representada por más de 900 especies y 16 formaciones vegetales que conviven en la variedad de hábitats que estos ecosistemas le proporcionan, además de contar con muchos “recursos filogenéticos” poco conocidos, para su aprovechamiento integral y sostenible.

En las provincias centrales, Villa Clara cuenta con una de estas zonas ecológicas, que ostenta la categoría de Sitio Ramsar, quizás la menos mediática con respecto a sus semejantes en el país y de la cual, se produce poca información. Se localiza en Buenavista, al norte del municipio de Caibarién y abarca la cayería noreste de la provincia e incluye las áreas protegidas de Refugio de Fauna Las Loras, el este de Santa María y el Parque Nacional Los Caimanes. Tiene una extensión que supera las 315 mil hectáreas, de ellas más de 83 mil terrestres y una cifra superior a las 230 mil hectáreas marinas.

El Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila, se ubica en la provincia de igual nombre (en la región central del país) y ocupa un área de 226 875 ha., abarcando la mayor parte de la costa, zona marítima inmediata y cayos adyacentes (Alcolado *et al.* 2007).

Se caracteriza por tener más del 40 % de su área ocupada por bajos fangosos, con profundidades

que varían entre 0,30-0,50 m fundamentalmente hacia la zona norte y central, las profundidades mayores reportadas oscilan entre 2,10-3, 00 m (Academia de Ciencias de Cuba, 1985). Estas bahías interiores poseen limitado intercambio con el agua oceánica como consecuencia de estar limitadas por la cayería del norte de Ciego de Ávila y el pedraplén de Cayo Coco.

Las características geográficas de la zona nunca han propiciado un escurrimiento superficial abundante hacia el área de estudio (en 1988 no pasaba de 140 millones m<sup>3</sup>/año). Los principales ríos que desaguan en dicha área son el Calvario y el Junco–Los Naranjos de la actual provincia de Ciego de Ávila, y el Caonao, de la provincia de Camagüey. Además, existían otros aportes de aguas continentales a través de los canales de Chicota (desagüe de las lagunas de La Leche y La Redonda), de Manatí (desagüe del Canal de La Yana) y de las aguas provenientes de la zona inundable permanentemente y de las cuencas

subterráneas de Morón y Bolivia (Academia de Ciencias de Cuba, 1985).

El clima de la región se clasifica, según Köppen (1918), como clima tropical húmedo, con dos periodos bien definidos por las precipitaciones, uno poco lluvioso o periodo seco, desde noviembre hasta abril, y otro lluvioso o húmedo, de mayo a octubre, generalmente, la zona de estudio presenta temperaturas cálidas durante todo el año, con una media anual de 26 °C. El mes más frío es febrero, con una temperatura media de 23, 4 °C y el más caluroso es julio, con temperaturas medias de 28,4 °C. Las precipitaciones anuales promedio son inferiores a 1 200 mm, con mínimas de 200 a 300 mm en el período poco lluvioso y máximas de 1 100 a 1 200 mm durante el período lluvioso (ACC, 1993). La vegetación dominante en ambas bahías es de *Syringodium filiforme* Kutz. y *Halodule wrightii* Asch., típicos representantes de especies eurohalinas, que también pueden ser encontradas

en las áreas marinas que se incluyen en los humedales de Pinar del Río, en este caso, su diversidad y riqueza de especies está condicionada por la turbidez, la salinidad, el intercambio de agua y el régimen de las corrientes marinas, que ocurren en la zona (Gandoy 1993).

El humedal en general, presenta algunas características en común con los presentes al sur de Pinar del Río, ya que presenta una zona de llanura lacuno-palustre acumulativa, cenagosa, ciénagas, esteros y otras formas planas hacia el sur, continúa con una zona del fondo marino de plataforma insular abrasivo-acumulativa, se interrumpe más al norte por la llanura lacuno palustre de los cuatro cayos (zona meridional) y termina en el borde norte de los cayos, en la misma plataforma insular abrasivo-acumulativa (Empresa Geocuba 2002).

A pesar de no estar muy vinculado con la vegetación que caracteriza a los humedales que se ubican al sur de nuestro país, no se puede



pasar por alto el humedal correspondiente al Río Máximo, es un extenso ecosistema pantanoso que constituye un importante refugio de fauna y que está localizado en Cuba central, al norte de la provincia de Camagüey, con una superficie de 22 000 ha., el área principal se localiza en la desembocadura de los ríos Máximo y Camagüey, que forma un delta arenoso, enclavado en un ecosistema marino-costero extremadamente frágil y en curso de salinización (SNAP. 2014), además comprende varios cayos con aguas poco profundas de los alrededores.

El lugar es el mayor sitio de anidación de *Phoenicopterus ruber* L. (flamenco) de todo el Mar Caribe y las Antillas y, además, refugio de otras aves migratorias de América del Norte, Central y del Sur, habitan en él grandes poblaciones de *Crocodylus acutus* Cuvier (cocodrilo americano) y *Trichechus manatus* L. (manatí antillano), ambas especies vulnerables. Los tipos de vegetación que predominan en la zona son los bosques de

manglares monopredominantes y mixtos, los bosques perennes microfilicos y pantanosos y los bosques perennes de *Conocarpus erectus* y especies del género *Bucida*. Esta zona de Camagüey tiene las condiciones ideales para la multiplicación de los flamencos. Las tres amenazas fundamentales a que enfrentan en el mundo: la industria salinera, el turismo y los aeropuertos, no aparecen en este punto de la costa norte. Que el sitio esté rodeado de cayos y otros emplazamientos que sí tienen esas características, acrecienta las bondades del delta. Para concluir con este acápite, podemos referir que los humedales cubanos y sus ecotonos en sentido general, poseen una correspondencia de acuerdo con su elevada riqueza y diversidad de ecosistemas, gozan de una biota privilegiada y una alta potencialidad de usos y aportes económicos (maderables, medicinales, melíferas, ornamentales, artesanías, recursos fitogenéticos,

silvestres comestibles para humanos y la fauna entre otros).

El país se caracteriza por la alta complejidad y heterogeneidad de sus paisajes, condicionadas, entre otros factores, por la situación del archipiélago en la zona tropical (Borhidi, 1996), su configuración estrecha, alargada y sublatitudinal, la constante influencia marítima, la estacionalidad climática, el amplio predominio de rocas carbonatadas, la marcada influencia de los procesos neotectónicos en la diferenciación del relieve, la preponderancia de las llanuras (Capote *et al.* 1989) y el alto endemismo y diversidad de la biota (SNAP, 2014).

En cuanto a la flora, resulta de interés biogeográfico, la relación de Cuba con otras regiones del mundo (Borhidi, 1996) y se pueden encontrar tanto especies primitivas como evolucionadas; especies epífitas, parásitas, hemiparásitas y hasta insectívoras, entre las cuales, no faltan aquí géneros y especies

endémicas exclusivas de Cuba (López-Almirall, 2013), raras, amenazadas y/o en peligro de extinción (Berzaín *et al.* 2005, Urquiola *et al.* 2010) algunas de las cuales serán objeto de estudio en este trabajo, pero también con una alta fragilidad y vulnerabilidad, en lo que juega un papel determinante la condición de insularidad (Urquiola *et al.* 2010).

## **2.3 Características físico-geográficas generales de los humedales sobre arenas cuarcíticas en Pinar del Río.**

### **2.3.1 Geomorfología.**

Una compilación de trabajos que se remonta a la primera mitad del siglo XIX, demuestra la existencia de terrenos bajos arenosos con presencia de lagunas desde el delta del río *Los Palacios*, hasta la *Ensenada de Cortés*; De la Sagra (1838), menciona la presencia de los estuarios de los ríos *Guamá*, *La Coloma*, *El Pinal*, *San Juan y Martínez* y *Galafre*; los esteros *El Gato* y *Sabana la Mar*, así como la desembocadura del

río *Cuyaguaje* que desagua al fondo de la *Laguna de Cortés* (Saco, 1828).

Según De la Sagra (1838), el terreno, desde el Cabo de San Antonio hasta la garganta que forma la ensenada de Guadiana con la de Cortés, es generalmente llano, las once primeras leguas seboruco, lo restante arenoso, pedregoso y ferruginoso, háyase cortado, en la expresada garganta, por diferentes lagunas, algunas hasta de una legua cuadrada, comenzando en sus extremos la cordillera.

El terreno de sus cañadas y valles, es de tierra vegetal de superior calidad, que se halla por esta razón en cultivo, notándose una feracidad extraordinaria, que desgraciadamente será difícil de conservar en el futuro, porque las grandes lluvias arrastran la parte más rica (De la Sagra 1838).

En cuanto a su geomorfología, Lillienberg (1970) considera el área como una llanura marina (lacuno-palustre), acumulativa, no diseccionada,

formada en el Pleistoceno con una altura de cinco a siete metros sobre el nivel del mar (en lo adelante, m.s.n.m), en esta tipificación se encuentran las zonas del noroccidente y el suroccidente, las restantes zonas del sur son consideradas llanuras fluvio-marinas (deltaicas, diseccionadas) del Pleistoceno Superior.

De acuerdo con lo planteado por Furrázola (1970), las arenas blancas son depósitos indiferenciados formados por arenas, gravas y turba del Cuaternario, de origen continental; por su parte, Kartashov *et al.* (1972), en un primer acercamiento a este tema, consideran esta llanura acumulativa que une los pie de monte, al suroeste de la Sierra de los Órganos y pequeñas elevaciones formadas por calizas jóvenes de la península de Guanahacabibes, constituida principalmente por arenas cuarcíticas bien seleccionadas. La superficie se caracteriza por la existencia de un número considerable de lagunas grandes con contornos redondeados, situadas en depresiones

cerradas. Consideran además estos autores, que el origen de estos depósitos, es más probable que haya estado vinculado con la acumulación de sedimentos terrígenos marinos en condiciones de litoral y su posterior emersión, que por la acción de procesos de origen aluvial.

Años más tarde, Acevedo (1980), expone en su obra, que la llanura Guane-Mantua está desarrollada sobre calizas y margas del Neógeno (Mioceno Medio y más jóvenes), cubiertas por sedimentos móviles secundariamente consolidados de arenas, limos, arcillas y turbas de origen aluvio-deluvial, deltaicas, palustres, lacustres y marinas. Según este autor la misma situación puede considerarse para la llanura sur de Pinar del Río, formada por depósitos de origen marino a continental, arena de playa, barros, cordones litorales, sedimentos turbo-cenagosos, palustres y lacustres.

Estas arenas cubren gran parte del humedal por el Norte y, al parecer, se han redepositado varias

veces, incluida la época actual. La Formación Jaimanitas, del Pleistoceno Superior parte baja, solo aflora en el borde costero, a cierta distancia de la ciénaga (Kartashov, *et al.* 1981).

Unos años después, Novo *et al.* (1984), plantean que una parte de esta zona, donde se encuentra el área de estudio, en el suroccidente y sur, está constituida por depósitos arenosos que no están relacionados con las rocas que los sustenta, calizas y margas del Mioceno Medio y Superior, con respecto al noroccidente, aunque tienen cierta relación con el sustrato, han sido transportadas desde las Alturas de Pizarras por corrientes fluviales hasta el mar y redepositados, mediante procesos litorales, con participación de procesos aluviales, deltaicos, palustres y lacustres; al igual que ocurrió en el sur y suroccidente.

Acorde también con estos autores (Novo *et al.* 1984), esta área tiene tendencia a elevarse, como parte del bloque horst Guane y emergió en el Cuaternario, hacia el Pleistoceno Medio-Superior.



Antes de Wisconsin pudo haber alternado entre los estadios sublitoral o sumergido, emergiendo definitivamente durante esta glaciación hasta nuestros días. Las rocas carbonatadas del basamento tranquilo, de los depósitos arenoso-arcilloso, se encuentran enmascaradas por sedimentos provenientes de las Alturas de Pizarras, los cuales por lixiviación del material fino (arcillas) a través de los gruesos (arenas), han dado origen a una capa impermeable que fosilizó el relieve cársico.

### **2.3.2 Clima**

Según Samek y Travieso (1968), la zona objeto de estudio pertenece al clima tipo Cuba centro-occidental y al clima distrito Guane, el cual está caracterizado por un invierno seco de 13 semanas y un verano lluvioso que se extiende desde febrero y hasta principios de noviembre; sin embargo Vilamajó (1989) presenta el bioclima de las zonas de arenas blancas del occidente de la provincia de Pinar del Río como Termoxerochiménico, tipo

Medianamente Seco, con 3-4 meses de sequía y las precipitaciones con valores entre 1200-1400 mm anuales.

Según Novo y Luis (1989), el bioclima, es tropical caliente con dos períodos de sequía, que alcanzan hasta ocho meses; un período seco normal que incluye parte del otoño, invierno y parte de la primavera y un período adicional en el mes de julio, en pleno verano, con una suma promedio de precipitaciones que no excede 1100 mm.

### **2.3.3 Suelos**

Como parte de la obra correspondiente a Jennings *et al.* (1917), se plantea que las llanuras bajas del sur en el occidente de Cuba, presentaban depresiones húmedas sobre un suelo formado por arenas gruesas de cuarzo puro blanco y perdigones de hierro.

Según Bennet & Allison (1966), los suelos arenosos se caracterizan por ocupar áreas típicas y poco extensas en la región occidental,

principalmente al sur de la provincia de Pinar del Río y la Isla de la Juventud, estos suelos en el extremo occidental de Cuba, que varían desde ciénagas costeras hasta una llanura costera ondulada, a menudo se elevan hasta más de ocho o diez m.s.n.m y pueden dividirse en:

- ✓ Suelos de llanos arenosos de pinares.
- ✓ Terrenos arenosos rojos sobre calizas.
- ✓ Terrenos rocosos o región de piedra hueca.
- ✓ Ciénaga occidental.

Los mismos pueden dividirse en cuatro subgrupos, según la profundidad del material arenoso, topografía que ocupan, presencia de concreciones o gravas ferruginosas, gravas de cuarzo, etc. Estos subgrupos son: arenoso típico, arenoso ferruginoso, arenoso pseudohidromórfico y arenoso gravilloso cuarcítico. Estos suelos se encuentran ubicados en zonas de relieve llano, en ocasiones en depresiones y otras veces, por su cercanía a las partes alomadas, ligeramente onduladas. Son muy jóvenes comparados con los

ubicados superiormente en la clasificación. El porcentaje de arena en general está entre 85 y 90%, contiene muy bajo contenido de arcilla, la cual no sobrepasa al 10%. La poca diferenciación de sus horizontes y el aporte al que han estado sometidos dan una idea de su poco desarrollo pedogenético relativo (Instituto de Suelos, 1973). La zona correspondiente al área de estudio se encuentra dentro de la primera división, por lo que solo se hace una revisión de los elementos relacionados con esta, continuando con el criterio de Bennet & Allison (1966), distribuyen estos suelos de llanos arenosos de pinares, entre el oeste de río Cuyaguaje y una línea trazada a través de los poblados de Manuel Lazo y Las Martinas, estos terrenos están cubiertos por pinos y son de textura arenosa, con lagunas poco profundas, tales como: Blanquizales, Los Indios, El Jovo, El Jovero, El Bufe, con más profundidad, Alcatraz Grande, Santa Bárbara, El Pesquero y Laguna Grande (Algodonal), incluso llegan a

compararlos con la región suroriental del estado de Georgia en Estados Unidos, argumentando el parecido con estos, más que con ninguna otra región de Cuba, El suelo predominante es la arena fina Norfolk, integrada de unos 12 cm de arena fina suelta, de color pardo claro, sustentada por arena fina de color amarillo que se extiende hasta profundidades de uno a uno y medio metros o más, pero hay también áreas de arena Plummer, Porstmouth y Scranton y en las porciones más altas se encuentran loams arenosos Trifton, Herradura y Nueva Gerona.

#### **2.3.4 Hidrología**

El agua en el área según Novo (com. pers.), está presente, tanto superficial como subterránea debido a la cercanía de la costa; su proximidad en parte al estero “El Cheve”, al río Cuyaguaje, así como a los numerosos cuerpos de agua existentes en el lugar, permiten durante el período hidrológico favorable, la ocurrencia de inundaciones en las partes más bajas, incluso en

las superiores a los dos metros. Por otro lado, las cotas más bajas, menores de cinco metros como promedio, hacen que el manto acuífero libre, esté tan solo por debajo de la superficie a menos de dos metros, lo que hace que esté al alcance de las raíces de los árboles y de algunos arbustos. Si se tiene en cuenta el mal drenaje existente, producto del horizonte arcilloso continuo, se puede determinar la existencia de una capa acuífera libre por encima de ellas, lo que hace que exista el agua suficiente para que donde la arcilla aflore existan procesos de capilaridad y haya un exceso de humedad en superficie.

### **2.3.5 Vegetación**

De acuerdo con Grisebach (1859), ya existían referencias acerca de la vegetación de las lagunas existentes en la zona occidental de Cuba y en especial, en la provincia de Pinar del Río, ubica varias especies que todavía se mantienen en estos ecosistemas y que se catalogan de nativas, como: *Laguncularia racemosa*, *Sagittaria lancifolia*

L., *Typha angustifolia*, *Panicum hirsutum* Sw., *Setaria magna* Griseb., *Cyperus elatus* Griseb., *Scirpus mutatus* L., *Equisetum giganteum* L. entre otros.

En la segunda mitad del siglo XIX, se publicó una de las primeras obras referidas específicamente a la Flora de Cuba por Sauvalle (1873), esta obra comenzó en 1868 y en ella se pueden encontrar muchas descripciones de especies nuevas, aunque todos los tratamientos taxonómicos se encuentran en latín, el autor (Sauvalle, 1873) decidió, por la importancia que representan los rangos de distribución, aclararlos en castellano, para ubicarlos en sus diferentes zonas, resulta asombroso y trascendente resaltar, como aún en la actualidad, aunque han variado un poco los géneros y por ende los epítetos específicos, así como los nombres de las localidades, ej. *Vueltabajo* por *Pinar del Río*, la coincidencia entre las descripciones de las localidades son

evidentes, por lo que se deciden destacar en negritas y de las cuales citamos algunos ejemplos: *Phaseolus trichocarpus* sp. nov. *volubilis* (Sauvalle, 1873), *rufo-pilosus*; *pilis reversopatentibus*; *foliis ovato-lanceolatis, lateralibus inaequilateris, brevissime petiolulatis, nervis subtus margineque pilosis*; *stipulis linearilanceolatis, striatis, basi productis, pilosis*; *stipellis oblongo-ovatis, glabris*; *pedunculis folio longioribus, apice paucifloris*; *bracteis, bracteolisque lineari lanceolatis, striatis, longe pilosis, calyce duplo longioribus, caducis*; *calyce parce piloso, breviterquinquelobo, lobis superioribus paulo majoribus, lateralibusque rotundatis, inferiore ovato*; *vexillo rotundato, alis late obovatis, carinaoblongo-lineari, incurva*; *leguminibus compressis, oblongo-linearibus, erectis, birsutis, nigricantibus*; *seminibus subrhombeis, compressis, nitenti-nigris*.

**F. Ovatus** Gris non Benth. **En la orilla de las lagunas dentro del agua. Vuelta abajo.**



*Acisanthera adscendens*. spec. nov. (Sauvalle, 1873), *Herbacea, debilis, parce ramosa; caule tetragono ramaeque ad angulos glanduloso-pilosis; foliis oblongis vel obovato-oblongis in petiolum longiusculum sensim angustatis apice obtusis subtus sparsim pilosis trinerviis; floribus axillaribus (singulo ad nodum singulum) vel ramulos terminantibus solitariis; calycis 4 fidi lobis lanceolatis seta terminatis tubum paucisetosum fiquantibus vel superantibus; petalis rotundatis purpureis; staminibus octo alternis minoribus, horum antheris basi bituberculatis illorum sursum bicalcaratis; ovario biloculari; seminibus subcurvatis pallide castaneis longitudinaliter tricristatis.* (3558).

***En las tembladeras y lagunas entre yerbas altas, Cyperaceas y otras. Jurisdicción de Pinar del Rio; en Diciembre.***

*Andromeda lacustris* sp. nov. (Sauvalle, 1873), *fruticosa, ramosa; ramis angulatis; foliis rigidis subsessilibus obovatooblongis brevissime et*

*obtusiusculeacuminatis basi augustatis grosse reticulatis, venis in nervam marginalis coalitis; floribus ad axillas fasciculatis parvulis; pedicellis florem sequantibus basi bibracteolatis, bracteolis ovatis; calycis Spartiti segmentis lanceolatis nervosis corolla urceolata rosacea paulo brevioribus; staminibus 10, filamentis basi dilatatis apice sigmoideo-curvatis; antheris oblongis basi obtusis; stigmate subexserto; capsula ovato-globosa 5 valvi. (3664.)*

**En "tembladeras" de lagunas cerca de Pinar del Rio dentro de los pinales. (pinares hoy)**

*Utricularia simplex* sp. nov. (Sauvalle, 1873),  
Caule stricto 2-6 floro; squamis minutisovatis acutis basifixis; bractea late rotundata apiculata bracteolisqueoblongis pedicellum brevissimum sequantibus vel superantibus; calycis lobis inaequalibus inferiore minore oblongo obtuso superiore rotundato-deltoides acuto; corolla lutea labio inferiore brevior parvo calcaris latius conico paulo brevior superiore calyce brevior; stylo

*brevissimo; seminibus plurimis elíptico-subglobosis grosse reticulatis. (3619.)*

***En pinales arenosos a la orilla de pequeñas lagunas cerca de Pinardel Río.***

Estos ecosistemas al sur de Pinar del Río, continuaron llamando la atención de numerosos científicos y en la primera mitad del siglo XX, se publicaron varios trabajos como el de Gómez de la Maza & Roig (1914), en el cual se realiza un nuevo acercamiento a la flora de Cuba y en dicho documento aportaron varios datos nuevos de interés para su estudio.

A este trabajo le continuaron, otros como los tres tomos de los “Itinéraires Botaniques dans l’île de Cuba, 1942, 1944, 1946” [“Itinerarios Botánicos en Cuba”], escritos por el Hno. Marie-Victorin en colaboración con el Hno. León, esos itinerarios demuestran hasta qué punto el Hno. Marie-Victorin fue un pionero en el análisis de la vegetación, con un acercamiento llamado hoy “ecología del paisaje” (Bouchard 2008). Este

enfoque de la visión holística del Hno. Marie-Victorin, donde el todo es la integración de las partes, es reflejado en su obra florística y fitogeográfica desde 1935 en su *“Flore laurentienne”*, en 1938 en su trabajo *“Phytogeographical problems of Eastern Canada”* y termina finalmente en sus trabajos cubanos (Brouillet 1985). En el primero de estos libros (Marie-Victorin, 1942) hace referencia, en sus palabras, a la vegetación herbácea que rodea las lagunas ácidas de Pinar del Río e Isla de Pinos y además magníficas descripciones de las sabanas de las arenas blancas.

En el siguiente (Marie-Victorin, 1944), dedica dos capítulos a las localidades cercanas a los Remates de Guane y las lagunas que las rodean y otro, a las visitas de las lagunas que están cerca de la ciudad de Pinar del Río, lo que demuestra el interés de los autores en esta vegetación sobre suelos arenosos ácidos y húmedos. Se resalta la belleza de las palmas barrigonas y la utilidad para

los campesinos y su asociación con los pinos; hay una amplia descripción de las especies de los estratos arbustivos y herbáceos y de la zonación de la vegetación acuática, así como numerosas fotografías (Figura 5).

Sin embargo, la información de la séptima y última visita en el año 1944 que consistió en un amplio recorrido de la Isla de Pinos, lagunas al sur de la ciudad de Pinar del Río, Tapaste y una corta visita a Holguín (Sierra de Nipe, río Guayabo y la desembocadura del río Naranjo) no ha sido publicada, se reconstruyó este recorrido por los ejemplares de herbario. (Bouchard 2007).

Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante



Figura 5. Vegetación de Laguna de La Máquina, 1940, Pinar del Río (Marie-Victorin, 1944)

Es evidente el interés mostrado por (Marie-Victorin, 1942, 1944) en los ecosistemas de lagunas existentes en las llanuras de Pinar del Río, sobre los cuales elaboró perfiles de vegetación (Figura 6), de acuerdo con las especies que encontró en ese momento y el nivel de agua que presentaban los acuatorios.



También elaboró algunos mapas (Figura 7), con la distribución de las lagunas, charcos y ciénagas que contabilizó y ubicó de acuerdo a la poca información que poseía, aunque en la actualidad estos mapas al superponerse sobre los que se utilizan por Geocuba y Recursos Hidráulicos, presentan bastantes coincidencias en la ubicación que todavía presentan los cuerpos de agua hoy en día.

En esa década de los años 40, se produjo un importante desarrollo del conocimiento de las especies vegetales en Cuba (Álvarez Conde, 1958), motivado por la presencia de muchos extranjeros, que estudiaban las diferentes especialidades de la Botánica, propiciado por las bondades naturales de nuestro archipiélago y la ausencia, a pesar de ser tropical, de animales peligrosos o venenosos.

A principio de los años cuarenta, el trabajo de Seifriz (1943) se consideraba como el único sumario ecológico de la vegetación de nuestro



país, y se estimaba por los autores no cubanos como la fuente bibliográfica más importante de este tema.

Él estableció que la característica más sobresaliente del paisaje de la región occidental de Cuba, era la gran extensión de sabanas de arenas blancas inundables y divide este tipo de vegetación en dos grupos: las sabanas de *Roystonea regia* de origen probablemente antrópico, formadas a partir de cualquier tipo de bosque; pero considera a las vegetaciones herbáceas de pizarra, la originarias de las arenas; y de serpentina, como sabanas naturales, lo que en opinión de Borhidi & Herrera (1977), refleja más bien la impresión de un turista, que la de un ecólogo informado, porque en sus trabajos, prima en realidad, un concepto geográfico y no ecológico.

En esos años, Waibel (1943) intentó la reconstrucción de la vegetación original de la zona occidental cubana, sobre la base de los nombres

geográficos y etnográficos, respectivamente, que contienen información sobre la vegetación, su método fue criticado por Samek & Duek (1967), de acuerdo con la opinión sostenida por los botánicos cubanos Julián Acuña y Onanei Muñiz en Borhidi (1974).

A partir de la segunda mitad del siglo pasado, se elaboró una de las obras que es considerada como la más completa, referida a la flora de Cuba y que todavía en la actualidad, es prácticamente de uso obligado, ya que se utiliza para determinar especies, trabajar con los nuevos tratamientos que se proponen y obtener información relacionada con el tema, que no se encuentra todavía en las vigentes ediciones de la Nueva Flora de Cuba; se trata de los cinco tomos elaborados por el Hno. León y el Hno. Alain, entre 1946 y 1967, algunos de ellos fueron elaborados individualmente como León (1946), que fue el primer libro "Tomo I" de esta compilación, y otros dos realizados por el Hno. Alain (Alain, 1964) que

consistió en el último “Tomo V”, y además también elaboró un “Suplemento de la Flora de Cuba” (Alain, 1967) que aportó diversas revisiones a todo lo publicado anteriormente y varios elementos nuevos.

En el primero de los tomos León (1946) hace un análisis de las Gimnospermas y las Monocotiledóneas, hace referencia a algunos elementos principales en el tratamiento fitogeográfico sobre la vegetación de las “arenas blancas”, aquí se incluyen la mayoría de las familias que albergan especies acuáticas, teniendo en cuenta las características evolutivas por las que fueron ubicadas en ese orden en el que se encuentran, para su época, y hace alusión entre otras a:

*Helanthium nymphaeifolium* (Griseb.) Britton., como hierbas acuáticas o palustres. Hojas basales. Escapo con inflorescencia sencilla o ramificada. Flores, monoicas o dioicas, en verticilos. Sépalos 3, persistentes. Pétalos 3,

deciduos. Estambres 6 o más. Ovarios 1-loculares, comúnmente 1-spermos. Fruto, una cabezuela de aquenios. Comprende unos 14 géneros y 75 sp., extensamente repartidos, en lagunas de Pinar del Río, reconocida como endémica; la familia Mayacaceae caracterizada por hierbas con hojas delgadas sumergidas en orillas de lagunas, el género *Xyris* representado por hierbas algo rígidas de sabanas arenosas húmedas y orillas de lagunas con hojas aglomeradas en la base del pedúnculo.

A lo largo de su trabajo, expone las características que hacen posible la presencia de estos especímenes, debido fundamentalmente a la existencia de lagunas sobre un sustrato arenoso blanco (Figura 8).



Figura 8. Imagen de laguna sobre arenas blancas (León, 1946)

La vegetación de las llamadas “arenas blancas” en Pinar del Río, ha sido objeto de estudio en varios trabajos, según Urquiola (1986) que se pueden dividir fundamentalmente en tres tipos:

- ✓ Reportes fitogeográficos generales.
- ✓ Estudios fitocenológicos.
- ✓ Divisiones fitogeográficas

Entre los trabajos considerados como reportes fitogeográficos generales, se consideran especialmente valiosos, los de Marie Victorin & León (1942, 1944) que ya tratamos anteriormente,

pero que resulta de especial interés retomarlos, porque recogen en ellos una gran cantidad de características fisionómicas, florísticas y ecológicas de lagunas, que en su mayoría, cuando Urquiola (1986) en su documento de tesis, realizó su revisión bibliográfica, ya se encontraban totalmente degradadas, en ese lamentable caso se encontraban, por solo mencionar algunas, la Laguna de la Máquina, Laguna del Chivo y Santa María, en estas lagunas se reportaron especies por Marie Victorin & León (1942, 1944) según Urquiola (1986) como extintas o muy raras, entre ellas: *Panicum aquaticum* Poir., *Myriophyllum sparsiflorum* C. Wright ex Sauvalle, *Amphiolanthus bryoides* Griseb., *Eleocharis minima* Kunth., *Pachyanthus wrightii* Griseb., *Croton craspedotrichus* Griseb., *Paepalanthus alsinoides* Wright subsp. *alsinoides*, *Xyris caroliniana* Walt., *Encopella tenuifolia* (Griseb.) Pennell, *Lechea cubensis* Legg., *Eriocaulon lacustre* Ruhl., *Mayaca fluviatilis* Aubl., entre otras.

Asimismo, para el occidente de la provincia, la Laguna Boquerones, San Julián, Laguna del Capitán, Blanquizal, Santa Bárbara y El Junco, en ellas los naturalistas describen con desconcierto la presencia de especies que como capricho de la naturaleza aparecían en estos lugares mayormente inhóspitos de Pinar del Río, eran abundantes en estas zonas varios endémicos como *Zamia pygmaea* Sims., *Pinguicula filifolia* C. Wright ex Griseb., *Polygala omissa* Bal. -Tul. & P. Herrera, *Jatropha angustifolia* Griseb., *Hyptis pedalipes* Griseb., *Stenandrium ovatum* Urb., *Xiphidium xanthorrhizon* C. Wright ex Griseb., *Xyris* sp. div., *Paepalanthus lamarkii* Kunth., *Hypericum nitidum* Lam., *Hypericum styphelioides* A. Rich., *Lachnocaulon ekmanii* Ruhl., *Syngonanthus lagopodioides* (Griseb.) Ruhl., *Kalmia ericoides* C. Wright ex Griseb. var. *ericoides*, *Aristida neglecta* Leon y otras.

Samek (1973), destaca las distintas regiones fitogeográficas de Cuba hasta el nivel de distrito,

incluyendo las comunidades que crecen sobre los suelos arenoso-silíceos del suroeste de Pinar del Río, entre Sabanalamar y la Fé en el sector Cuba Occidental, subsector Pinar del Río y distrito “sábanas de arena blanca”, en este se reportan algunos endémicos presentes, en general en los pinares de Cuba Occidental, tales como *Pinguicula albida* C. Wright ex Griseb., *Byrsonima pinetorum*, *Aristida fragilis* Hitchc. & Ekman, *Syngonanthus sp. div.*, destacando como rasgo característico el endemismo local en la región de “Remates de Guane”.

Este autor en ese mismo año, plantea que, aunque faltan análisis cuantitativos más detallados y exactos, es posible que la flora de Cuba tenga estrechas relaciones fitogeográficas con la flora de las Antillas Mayores en escala descendente: La Española, Puerto Rico y Jamaica, además señala relaciones bastante pronunciadas con el norte de América del Sur y con América Central, mientras que son débiles con las Antillas Menores, con La



Florida y en sentido general con el sur y sureste de América del Norte, sin embargo, el endemismo regional e incluso a nivel distrital no tiene el mismo comportamiento que con la flora en su conjunto, además considera que los endémicos de pinares sobre pizarras se pueden reconocer como relativamente antiguos, mientras que los endémicos locales de estas áreas de arenas blancas de Pinar del Río deben considerarse, por lo menos algunos, neoendémicos como indican los suelos jóvenes (depósitos del Cuaternario). No obstante, la vegetación primitiva en que se encuentran los endémicos de las arenas blancas, tanto de Pinar del Río como de la Isla de la Juventud, sugiere que probablemente se derivaron de los taxones originalmente distribuidos en los pinares sobre pizarras. A principio de la década de los años ochenta, Bisse (1981) se refiere al endemismo relativamente elevado de las arenas blancas, citando las especies, géneros y familias representativas de

estas comunidades, relacionándolos con su ecología; además reconoce la existencia de algunas especies vicariantes con la Isla de la Juventud.

Según Urquiola (1986), el trabajo de mayor información sobre la flora de las “arenas blancas” de Cuba occidental, hasta ese momento, lo realizan (Díaz *et al.* 1981), presentando un listado de las especies más representativas en áreas de los municipios de Guane y Sandino, donde resaltan sus características morfológicas y distribución, tomando los datos obtenidos durante una expedición de campo a la zona en cuatro días. Existen otros trabajos que se publican en ese periodo, relacionados con los cuerpos de agua en la zona que pertenecen a Biochino & Ortega (1984), donde realizan un levantamiento de la vegetación de algunos embalses artificiales cubanos, le continúan Álvarez *et al.* (1985) donde se concibe una lista de las especies interesantes encontradas por los autores en la laguna “Jovero”

y el trabajo publicado por Sánchez & Urquiola (1985), acerca de un nuevo reporte de distribución de la especie *Isoetes cubana*, en los bordes inundados de la laguna Jovero.

Los trabajos publicados por Urquiola *et al.* (1984, 1986), aportaron listados florísticos, que se convirtieron en los más actualizados para esa época, sobre las distintas zonas de las “arenas blancas” de la provincia Pinar del Río, los cuales fueron utilizados en su momento, para organizar las fundamentaciones de las propuestas, de estas áreas, como protegidas.

En el segundo grupo de estudios realizados, los fitocenológicos, donde se aborda la flórula de las arenas blancas, la cantidad de trabajos no es muy representativa y solo aparecen listados de especies presentes en comunidades de vegetación acuática realizados (Samek & Moncada, 1971, Borhidi *et al.* 1983 & Urquiola *et al.* 1986). Según Borhidi & Muñiz (1983), dan a conocer un importante catálogo de 959 especies,

categorizadas en aquel momento por ellos, como amenazadas o extinguidas, correspondientes a 381 géneros y 105 familias, incluidas 832 especies endémicas que representan el 86,7 % de las catalogadas, entre ellas se destacan algunas especies presentes en el área objeto de estudio. (Sánchez *et al.* 1986) destacan algunas especies relevantes en lagunas sobre suelos arenosos de los municipios Sandino y Guane, así como se refieren a la necesidad de su conservación. (Sánchez *et al.* 1986) resaltan la presencia del helecho *Osmunda cinnamomea* L., en la laguna La Herradura, especie poco frecuente en el occidente de Cuba, en este reporte se analiza la distribución de la especie y se destacan las relaciones florísticas de esta región con el sur de los Estados Unidos. Aunque más tarde Borhidi (1991) realizó su tesis doctoral en las relaciones fitocenológicas de las formaciones vegetales cubanas, pero en las cuales aborda muy superficialmente, las comunidades acuáticas.

El tercer grupo de estudios corresponde a las divisiones fitogeográficas, aquí se encuentran varios trabajos relacionados con el tema, desde León (1946) pasando por Voronov (1970); Samek (1973); Borhidi (1974); Bisse (1975) y Borhidi (1985), todas estas divisiones estaban basadas en el endemismo y se hace mención de las especies que identifican cada una de las áreas, destacándose por su singularidad las que tipifican a las “arenas blancas” de Pinar del Río.

De todas estas regionalizaciones fitogeográficas merece mención entre las citadas, la de Samek (1973), que llega hasta el nivel de distrito, por ejemplo: Las comunidades que crecen sobre suelos arenosos silíceos del suroeste de Pinar del Río, entre Sabanalamar y La Fé, se incluyen en el Sector “Cuba Occidental”, Sub-Sector “Pinar del Río” en el Distrito “Sabana de Arena Blanca”. Se reportan algunos endémicos de Cuba occidental presentes en las lagunas intermitentes o cerca de sus bordes como: *Pinguicola albida* y *Byrsonima*

*pinetorum*, se señalan algunos propios de la zona como: *Aristida fragilis*, *Cleome guianensis* Aubl., *Syngonanthus* sp. div. y destaca como rasgo característico, el endemismo local de la región de la ciénaga “Los Remates de Guane con; *Hibiscus urbanii* Helwig, *Zamia pygmaea*, *Cenchrus distichophyllus* Griseb., *Lachnocaulon ekmanii*, *Mollugo brevipes* Urb. var. *brevipes*; así como en las lagunas de los alrededores de La Fé: *Thalia geniculata* L. y abundantes especies del género *Eriocaulon*; cerca de La Grifa: *Eugenia grifensis* Urb., *Mollugo cubensis* Urb., en La Herradura menciona a *Dioscorea herradurensis* (R. Knuth) P. Wilson ex Leon & Alain, *Rajania ekmanii* R. Knuth y *Xyris ekmanii* Malme. En resumen, se caracteriza el distrito con la presencia de endémicos propios más o menos locales y se añaden abundantes elementos del litoral lacustre. Años más tarde, el mismo Borhidi en 1991 publica otra fitorregionalización vinculando igualmente la vegetación con el sustrato que la soporta, y con

algunas modificaciones, nuevamente publicó otra en 1996, resultando como, la que se utiliza actualmente en Cuba, para dividirla en distritos fitogeográficos.



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante





### **3. Materiales y Métodos**

#### **3.1 Caracterización físico geográfica del área de estudio.**

Se considera necesario declarar que los términos: humedal y laguna, se utilizan indistintamente, para referirse siempre, a los humedales interiores de agua dulce, sobre arenas cuarcíticas, presentes en Pinar el Río.

El área donde se localizan los humedales interiores de Pinar del Río según Borhidi (1996), se halla en la región Caribe, provincia Cuba, subprovincia Cuba occidental, sector Pinaricum, distrito Sabaloense (Figura 9).

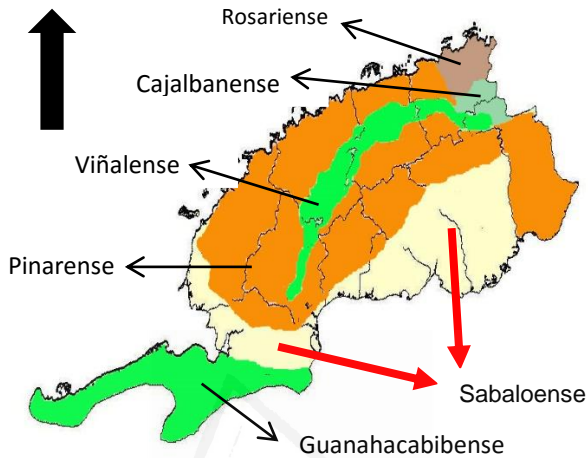


Figura 9. Distritos fitogeográficos de Pinar del Río (Borhidi, 1996)

Este distrito se distingue por la presencia de diversos cuerpos de agua, sabanas inundables y pinares sobre un sustrato muy pobre en nutrientes, caracterizado por la presencia de arenas cuarcíticas, que frecuentemente llegan a alcanzar un 99% de pureza, con respecto al cuarzo (Urquiola *et al.* 2010), lo cual originó, el topónimo de “arenas blancas”, utilizado por varios autores anteriores como: Samek (1971), Samek & Moncada (1973) y Díaz *et al.* (1981).

Después de la última división político administrativa acontecida en nuestro país (ONE, 2014), estas arenas se encuentran distribuidas generalmente, en mayor o menor cantidad y calidad, por toda la llanura suroccidental de Pinar del Río, de este a oeste a través de los municipios Los Palacios, Consolación del Sur, Pinar del Río, San Luís, San Juan y Martínez, Guane, Sandino y también en una pequeña porción al noroeste del municipio Mantua (Figura 10).



Figura 10. Municipios pertenecientes a Pinar del Río (ONE, 2014)

La presente investigación se realiza en un periodo de ocho años, a partir de enero del 2004 hasta enero de 2012; se trabaja en la ubicación general actual, de los humedales interiores que se encuentran en las arenas cuarcíticas de Pinar del Río, sobre la base de los elementos aportados por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), la empresa Geocuba, visitas durante el trabajo de campo a las zonas referidas y comunicaciones personales con especialistas y pobladores que viven en estos territorios por más de 50 años.

### **3.2 Determinación de la flora asociada a los humedales interiores de agua dulce.**

La identificación de los taxones se establece a través de observación directa *in situ*, durante las expediciones de campo que se realizan mensualmente a lo largo de los ocho años del estudio, en los humedales interiores de agua dulce de Pinar del Río, esto circunscribe a todas

las especies que se observan durante los diferentes periodos hidrológicos (seca y lluvia); para determinar los materiales que no se identifican en las visitas al campo, se llevan a cabo comunicaciones personales con prestigiosos especialistas como (Urquiola, A. com. pers.), (Novo, R. com. pers.), (Noa, A. com. pers.), se consultan los trabajos publicados con anterioridad para la Flora de Cuba por: León (1946); León y Alain (1951, 1953, 1957); Alain, (1964, 1974) y otros divulgados más recientes por: Acevedo-Rodríguez & Strong (2012), Aguilar, J. R. *et al.* (2009) (10 y 11), Areces Berazaín, F. & Fryxell, P. (2007), Dietrich, H. (2007), González Géigel, L. (2004), González Gutiérrez, P. & Sierra Calzado, J. (2004), Palacios-Rios, M. *et al.* (2006) (1, 4, 6, 9, 11 y 12), Rankin Rodríguez, R. (2005) (1 y 2), Rodríguez Fuentes, A. (2000), Sánchez, C. *et al.* (2006), Urquiola A. *et al.* (2000) (6), Urquiola A. & Betancourt Gandul M. (2000), Urquiola A. & Glez. León S. (2009), Urquiola A. & Kral R. (2000),

Urquiola A. & Novo Carbó R. (2000), Urquiola A. & Novo Carbó R. (2009), Urquiola A. *et al.* (2009), Urquiola A. *et al.* (2009), Urquiola A. & González León S. (2009), Urquiola A. & V. Pérez Hernández (2009) (5), Urquiola A. & V. Pérez Hernández (2009) (7) y también la información recopilada a partir de la revisión de los materiales de herbario depositados en el (H.A.J.U), donde se conservan dichas muestras.

La flórmula se ordena alfabéticamente por familias, se actualizan los nombres de los géneros y las especies según Acevedo-Rodríguez & Strong (2012), así como los autores y sus abreviaturas según Brummitt & Powel (1992).

Para determinar cada uno de los hábitos se tiene en cuenta lo planteado por Whittaker (1977), aunque se considera oportuno, para facilitar la ubicación dentro de cada uno de ellos, la siguiente clasificación:

- Planta herbácea: presenta un eje principal de sostén no leñoso.

- Arbusto: presenta un eje de sostén leñoso ramificado desde la base.
- Árbol: presenta un eje de sostén leñoso no ramificado desde la base, si se ramifica a cierta altura y se define un tronco único principal.
- Planta trepadora: las rastreras que trepan si tienen sostén.
- Epífitas: las que utilizan otra planta como sustrato.

Para determinar los tipos biológicos se utilizó la clasificación de Raunkiaer (1934) modificada por Borhidi (1996) de la siguiente forma: Caméfitas, Fanerófitas, Epífitas, Geófitas, Hidrófitas, Hemicriptófitas, Lianas Herbáceas, Megafanerófitas, Mesofanerófitas, Microfanerófitas, Nanofanerófitas, Terófitas.

Se representan las categorías evaluadas en cada taxón, utilizando como referencia las citadas por Berazaín *et al.* (2005) de la siguiente forma: No Evaluados (NE), Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT),

Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR), Extinto (EX); existen además las categorías otorgadas por González-Torres *et al.* (2007, 2008 y 2009), las cuales se informan como: (A), Amenazada, (CA) Casi Amenazada y (NA) No Amenazada. Además se utilizan las otorgadas por Urquiola *et al.* (2010), estos últimos utilizan indistintamente las evaluaciones de los autores citados anteriormente.

Para analizar la distribución de la especie, se tienen en cuenta los geo-elementos de acuerdo con Borhidi (1996), para los endémicos que se localizan únicamente en los humedales sobre arenas blancas cuarcíticas, se utiliza Pinar del Río (P.R), para las diferentes relaciones de endémicos dentro del país, siguiendo lo planteado también por Borhidi (1996), se clasifican como: Cuba occidental (Cuba occ.), Cuba occidental-central (Cuba occ-cent.), Cuba occidental y oriental (Cuba occ-ori), Pancubano (PC), Antillas (Ant.), Caribe



(Cr), Neotropical (NT), Pantropical (PT) y Cosmopolita (CMP).

Para ubicar tanto la flora acuática como la palustre, presente en los ecotonos de las lagunas, se tiene en cuenta una clasificación de paisajes, que forma parte de los resultados de esta investigación, ya que se elabora de conjunto por el autor y Novo (com. pers.).

Como (Anexo 1), se ofrece una lista actualizada de las localidades que se visitan; para nombrar cada una, se utiliza información brindada por la Delegación Provincial de Recursos Hidráulicos (D.P.R.H), los habitantes, pescadores de la zona y también la que existe en las etiquetas de los ejemplares de herbarios (H.A.J.U). Las iniciales (lagunas s.l) en latín (*sensu lato*) significan “en sentido amplio” y se utilizan para las especies que se pueden observar en la mayoría de los humedales sobre arenas cuarcíticas de Pinar del Río. Además, se ofrecen los nombres de los municipios en los que se encuentran cada uno y

se brindan las coordenadas del punto central de cada una, obtenidas mediante un equipo de Sistema de Posicionamiento Global (G.P.S). Navcom SF-2040G Star Fire.

### **3.3 Particularidades ecológicas de los cuerpos de agua.**

Para llevar a cabo la investigación de las particularidades ecológicas, se brinda una clasificación de las lagunas de acuerdo con sus ritmos de inundación, para esto se mide con una cinta métrica en cada una de las lagunas visitadas, la profundidad del agua por encima de la superficie en época de sequía y lluvia, y se seleccionan tres lagunas, Los Carneros, El Toro y La Herradura, que por su ubicación, tipo de relieve y flora en general, encierran en cada una de ellas, las características con sus diferentes particularidades, de cada uno de los demás ecosistemas de su tipo, sobre este peculiar sustrato en esta zona; se tiene en cuenta el criterio

de Urquiola (1987), acerca de sus ritmos de inundación; para esto se instalan piezómetros graduados en centímetros, que se utilizan en la medición de la profundidad mensual del agua superficial y por debajo del sustrato en cada una de las lagunas, para demostrar la relación o no, entre el nivel de agua y la ausencia o presencia de determinada especie; para ubicar las lagunas geográficamente, se elaboran los mapas sobre la base cartográfica 1:25 000 de Pinar del Río, a través del programa Mapinfo Professional 7.8 SCP.

Se definen mediante dos perfiles, los niveles de inundación que caracterizan las estaciones de seca y lluvia y la posición que ocupan estas lagunas con respecto a la línea de montaña y de costa, para vincular o no, la presencia de agua con el probable escurrimiento hacia el mar (Novo, com. pers), se determina la presencia o no, en áreas protegidas (SNAP, 2014), para clasificar la actividad antrópica sobre ellas en:

Leve: Cuando se encuentra dentro de un área protegida.

Moderada: Cuando se encuentra cerca de algún área protegida o al menos en su zona de amortiguamiento.

Severa: Cuando el área de la laguna, está expuesta directamente a la actividad antrópica.

El monitoreo se realiza mensualmente desde enero de 2004 hasta diciembre de 2011, se determina el comportamiento de las variables climáticas; radiación solar, insolación, régimen térmico, nubosidad, precipitaciones, humedad relativa, régimen de vientos, ciclones tropicales, indicadores bioclimáticos, evaporación y evapotranspiración; según el análisis de los datos climáticos históricos de la zona en las últimas cuatro décadas, aportados por la Estación Meteorológica de “Isabel Rubio”, correspondiente al Centro Meteorológico Provincial (CMP) de Pinar del Río (2012), los cuales se aceptan para este estudio, porque no sobrepasan los 10 km de

distancia, entre la posición de la estación y las áreas de estudio.

### **3.3.1 Caracterización físico-química del suelo**

Para la caracterización de los suelos, se realizan 10 calicatas (1,50 x 1,00 x 0,45 m) por cada laguna, en los años 2006, 2009 y 2011, obteniendo un total de 30 muestras de dos kg de sustrato para el análisis y así poder comparar las características químicas del suelo en cada sitio.

Los análisis se realizaron en el Laboratorio Provincial de Suelos de Pinar del Río, determinándose el contenido de materia orgánica (%), pH, acidez total, cationes  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Mg}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  en  $\text{Mq}/100$  gss y cantidad de  $\text{P}_2\text{O}_5$  y  $\text{K}_2\text{O}$  en  $\text{Mq}/100$  gss. Para ello se aplicaron los siguientes métodos de análisis:

- Análisis de pH: Potenciométrico (Norma Ramal 878- 879.1976).
- Análisis de  $\text{P}_2\text{O}_5$  y  $\text{K}_2\text{O}$ : Colorimétrico (Norma Cubana 52. 1999).

- Materia orgánica (M.O.): Walkley- Black (Norma Cubana 51. 1999).
- Análisis de Ca<sup>+</sup>, Mg<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> (Norma Cubana 65. 2000).

Se realiza un Análisis de Varianza (ANOVA) entre las variables del suelo en las tres lagunas, para evaluar cuales variables eran significativas y utilizarse en un segundo análisis, estas fueron: pH, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y materia orgánica. Para esta prueba se utilizó una significación  $p < 0.05$ . En las pruebas donde el ANOVA fue significativo se aplicó una prueba a *posteriori* de Tukey, para conocer entre que sitios existían diferencias significativas. Para cada variable se brinda la media  $\pm$  desviación estándar; señalando con letras diferentes las lagunas que difieren significativamente. Estos análisis se llevan a cabo mediante el programa Statistica versión 6.0 (StatSoft, 2001).

### **3.3.2 Características físico-químicas del agua**

Debido a que la preservación total de las muestras es prácticamente imposible y que no se consigue la completa estabilidad para todos los constituyentes, se pueden retardar los cambios químicos mediante ciertas técnicas de preservación (Coletto y Maestro, 1988).

Las tomas de las muestras se llevan a cabo el mismo día en las tres lagunas, en las estaciones de seca y lluvia, correspondientes a los años 2006, 2009 y 2011. Todas las pruebas se realizan por los especialistas pertenecientes al Laboratorio Provincial del (INRH), los análisis químicos de las muestras de agua, se realizan procurando siempre, que fuesen lo más rápido posible (a lo sumo dos días de desfase), manteniendo las muestras en una cámara frigorífica a cuatro grados Celsius (°C), tras haber añadido “in situ” los conservantes adecuados a cada caso particular.

Los métodos analíticos que se utilizan, son los recomendados por el Standard Methods (Apha, Awa, Wpcf, 1989), y se citan a continuación:

Cloruros: Volumetría de precipitación con  $\text{AgNO}_3$  (Método de Mhor).

Alcalinidad: Volumetría ácido-base con HCl, utilizando como indicadores fenolftaleína ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) y metil naranja ( $\text{HCO}_3^-$ ).

Sulfatos: Turbidimetría con acetato bórico (425 nm).

( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ): Espectrofotometría de absorción atómica.

Potenciometría: (pH) "In situ".

Conductimetría: (Conductividad Eléctrica) "In situ".

Total de Sólidos Solubles (TSS) =  $\Sigma$  (cationes + aniones) (mg/L).

Temperatura: "In situ".

Los datos hidroquímicos se plotan en un Diagrama de Piper-Hill-Langelier, que constituye uno de los gráficos más utilizados para este tipo de datos, en él se incluyen aniones y cationes en



forma simultánea (Fernández-Escalante 2009). Este gráfico permite representar muchos análisis sin dar origen a confusiones. Las aguas geoquímicamente similares quedan agrupadas en áreas bien definidas (Custodio 2001).

Está formado por dos triángulos equiláteros, donde se representa la composición aniónica y catiónica del agua con un campo central romboidal en el que se representa la composición del agua deducida a partir de aniones y cationes.

Para su ploteo, es necesario recalcular las concentraciones de los iones expresadas en meq/L a porcentos y sólo se pueden reunir en cada triángulo tres aniones y/o tres cationes. A cada vértice le corresponde el 100% de un anión o catión (Qannam 2003). El análisis multivariado que se utiliza, permite reunir y sintetizar grandes conjuntos de datos y variables, en función de determinados objetivos, con el fin de obtener informaciones válidas que permitan una mejor comprensión del fenómeno objeto del estudio.

Para comparar las características del agua entre las tres lagunas, se lleva a cabo un Análisis Factorial en Componentes Principales (rotación Varimax normalizada) utilizando el criterio de káiser ( $\lambda=1$ ), también se ejecuta un Análisis de Cluster, como método de clasificación no supervisado con el objetivo de conocer, si las lagunas son sistemas independientes.

Por último, se decide realizar un Análisis Factorial Discriminante (AFD), el cual está diseñado para ayudar a distinguir entre dos o más grupos de datos, basados en un grupo de  $p$  variables cuantitativas observadas. De esta forma construye funciones discriminantes que son combinaciones lineales de las variables. El objetivo de dicho análisis es regularmente uno o ambos de los siguientes:

1. Describir casos observados matemáticamente en una manera que los separa en grupos lo mejor posible.

2. Clasificar nuevas observaciones como pertenecientes a uno u otro de los grupos.

Al construir las funciones discriminantes, el procedimiento le permite incluir todas las variables o usar un procedimiento de selección por pasos que incluye solamente aquellas variables que son estadísticamente discriminadoras entre los grupos, en nuestra investigación para este caso, lo hemos empleado como método de clasificación supervisado, asumiendo la hipótesis de que: “cada laguna es hidroquímicamente distinta”, por lo que el (AFD), se aplica a fin de comprobar si estas lagunas o grupos predefinidos tienen estructura propia.

### **3.3.3 Patrones de comportamiento estacional**

Para determinar las especies y contar el número de individuos por especie, se trabaja según Jessen & Lound (1962), en el montaje de cinco parcelas que se estandarizaron en un metro de ancho por 10 de largo (1x10), para asistir la

comparación entre los tres humedales (Cirujano, 2005), estas parcelas se distribuyen aleatoriamente y perpendiculares a los bordes de cada laguna (Jessen & Lound, 1962; Cirujano *et al*, 2005), de acuerdo con las características de las lagunas objeto de estudio, se realiza una adaptación a Jessen & Lound (1962) para ubicar los primeros dos metros de cada parcela por fuera del aforo natural de las lagunas, lo que facilita el trabajo con las especies palustres que se distribuyen en los bordes.

Se instala en cada laguna, para medir la profundidad del nivel de agua durante las visitas mensuales, un piezómetro graduado en centímetros (cm). Este instrumento se coloca en el punto de aforo natural de la laguna, de manera que alcance 50 cm por debajo de la superficie y 120 cm por encima de esta. Estos datos soportan la construcción de los perfiles de vegetación, con una escala de 1:25, realizados para representar las estaciones en cada una de las lagunas.

Teniendo en cuenta la presencia de especialistas de alto prestigio en el área de la taxonomía botánica, durante el transcurso de la investigación (Ferro, 2010), se aplican los pasos establecidos por Braun-Blanquet (1932) para determinar el área mínima, la cual se auxilia de la conformación de la curva área-especie.

Se calcula a través de un sistema de cuadros anidados, que consiste en tomar un área de un metro cuadrado ( $1 \text{ m}^2$ ), determinar las especies en su interior y contar los pies de planta por especie. Esta área se continúa replicando hacia el centro de la laguna, hasta que comiencen a repetirse las especies, ya que el nivel de agua, de acuerdo con la época, se reduce o amplía, desde la orilla hacia el centro de la laguna; esto garantiza que en cada parcela se contabilice la mayor cantidad de especies presentes y el número de individuos por cada una. Este proceso se repite hasta determinar una superficie que abarque más del 50% del área de la laguna y responde a la necesidad de tener

en cuenta, la presencia de especies endémicas estrictas de cada laguna, que poseen distribuciones exclusivas, en el espacio que ocupa la laguna.

Para definir las características propias de cada laguna y comparar sus comportamientos, se construyen intervalos asociados a los niveles piezométricos, así como en la cantidad de individuos por especie en cada una de las lagunas a partir del criterio de la Regla de Sturges. Estos intervalos se utilizan para considerar si se establecen medidas de asociación o dependencia entre el número de individuos por laguna, el número de individuos por niveles piezométricos y el número de individuos por meses. Posteriormente, se utilizan métodos multivariantes como el análisis de correspondencia, para delimitar si existe asociación entre las variables y determinar si las lagunas, de forma general, poseen igual comportamiento o se diferencian entre ellas.

Para estudiar el comportamiento de la densidad de individuos en cada laguna, se recurre a los Análisis de Varianza Univariados (paramétricos), siempre que los datos cumplan con los supuestos teóricos de: normalidad, aleatoriedad y homogeneidad de varianzas; tomando como referente una confiabilidad del 95%. Se emplean dójimas posthoc tales como: Bonferroni, Duncan, Sidah y SNS, para la determinación de las diferencias contrastadas en el análisis de varianza. Cuando no se cumplen estos supuestos, entonces se utilizan pruebas no-paramétricas como la de: Kruskal-Wallis.

Para analizar las particularidades ecológicas en cada una de las lagunas seleccionadas y los patrones de comportamientos, de las especies que viven en ellas, se construyen las Curvas de Abundancia-Dominancia, de acuerdo con Feinsinger (2004), la interpretación de las curvas depende de la posición que ocupan las especies a lo largo de su pendiente, para determinar las

más abundantes, las más estables y las raras, que casi siempre se ubican en la cola de la curva, de acuerdo con el periodo hidrológico que se trata.

También se tiene en cuenta la distancia entre los puntos, donde se ubican las especies a lo largo de la curva, así como la inclinación de la pendiente, que también aporta información relevante con respecto a la riqueza de especies en cada laguna, durante cada uno de los periodos estudiados.

De acuerdo con Feinsinger (2004), como complemento a la información brindada por las curvas de abundancia-dominancia, se utilizan varios métodos para medir la diversidad de la comunidad y comparar sus resultados, con la información recopilada por el autor durante más de 15 años de trabajo en esta zona, expresados según Moreno (2001), en los índices de Margalef, el cual transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra y supone que hay una relación funcional entre el



número de especies y el número total de individuos.

Se utiliza el índice de Berger-Parker según Moreno (2001), para analizar la estructura de las lagunas en función de la equitatividad.

Por último el de Simpson, el cual está basado en la dominancia, ya que sus parámetros son inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad, de acuerdo con Moreno (2001), porque toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia, sin evaluar la contribución del resto de las especies.

El cálculo de los índices se realiza con el Software BioDiversity Professional 2; para la construcción de los gráficos, se utiliza el Microsoft Excel, y los demás análisis estadísticos, se llevan a cabo a través del Software SPSS, versión 20.0 Pro.



## **4. Resultados y Discusión**

### **4.1 Caracterización físico geográfica del área de estudio.**

El área se encuentra por su posición en el periclinal de la Cordillera de Guaniguanico, y por la neotectónica, dentro del bloque horst Guane. Se coincide con Novo com. pers. (2010), que el basamento está compuesto por rocas del Mioceno, de la formación Paso Real, combinado por rocas carbonatadas y margas calcáreas, con una cobertura cuaternaria de las formaciones Guane, compuesta por arcillas y arenas detríticas de las Alturas de Pizarras y Guevara, compuesta mayormente por arenas de cuarzo de

grano medio a fino, muy bien seleccionadas, ambas de origen continental.

El relieve está determinado por la estructura, su posición latitudinal y la paleogeografía del Cuaternario, los que han permitido la morfogénesis ocurrida. Presenta un levantamiento general de toda la región, pero con mayor fuerza hacia el noreste, donde aparecen sus máximas valores de disección vertical y horizontal, y aparecen glaciares detríticos de derrame provenientes de las elevaciones, tal vez de edad Sangamón, que mantienen las mayores cotas cercanas a los 40 m.

Según Urquiola *et al.* (2010) la provincia de Pinar del Río ocupa un área de 10 904 km<sup>2</sup>, pero en la actualidad solo es de 8884,51 km<sup>2</sup>, ya que el límite por el este, armoniza por donde limita también el área donde se sitúan en general, los humedales interiores sobre arenas cuarcíticas, de acuerdo con Estévez (2011), que se localizan mayormente en la parte meridional de la provincia de Pinar del Río; coincidiendo con la llanura que se ubica al sur

de la falla Pinar; este límite por el este, concuerda también con la naciente provincia de Artemisa, a la cual, le fueron cedidos, los tres municipios más orientales de la antigua Pinar del Río, que son: Bahía Honda, San Cristóbal y Candelaria; de acuerdo con la nueva división político administrativa (ONE, 2014), aprobada por la Asamblea Nacional del Poder Popular en agosto de 2010 y puesta en vigor a partir de enero de 2011; lógicamente, esta particularidad no se encuentra reflejada en las obras anteriores relacionadas (Borhidi, 1996) y (Urquiola, 2010) porque fueron publicadas antes, pero se considera que representa una alta influencia en los reportes actuales de vegetación en Pinar del Río, ya que en todas las obras anteriores, se incluían estos territorios, continuando con lo citado por Estévez (2011), no tiene en cuenta los humedales, sobre arenas cuarcíticas también, un poco más al noroeste y la ubicación de un sector pequeño, pero muy representativo de arenas

cuarcíticas, sobre todo por las características de la vegetación que lo cubre, al norte del municipio Mantua. (Figura 11).

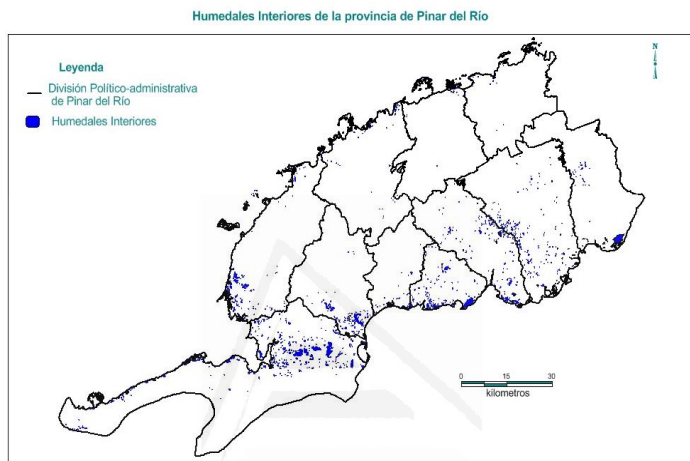


Figura 11. Distribución de los humedales interiores sobre arenas cuarcíticas.

A pesar de que Borhidi (1996), incluye todo el territorio dentro del distrito Sabaloense, se considera que la presencia de los humedales interiores sobre arenas cuarcíticas, se extiende desde el extremo oriental en el municipio Los Palacios, hasta la llanura aluvial-lacustre del Istmo La Fe-Cortés en Guanahacabibes, pero es importante declarar que continúa al norte,

bordeando la parte más oriental de la Sierra de los Órganos, finalizando con una pequeña porción correspondiente a la Reserva Ecológica “Los Pretiles”, al norte del municipio Mantua, según Urquiola *et al.* (2010).

La disección vertical disminuye de norte a sur y al suroeste de 10 a 0,5 m., ocupando la mayor parte un promedio de 1,5 m, la disección horizontal supuesta en la mayor parte del área, debido a la falta de una red de drenaje superficial lineal definida, se encuentra enmascarado por los sedimentos móviles de la superficie que están en formación, o se han rellenado por la erosión, no obstante utilizando las líneas de drenaje supuestas se arrojan valores de 0,3 a 0.5 km/km<sup>2</sup>, lo que realmente está acorde con las características generales.

El relieve residual es muy escaso, dado por lo reciente del área y por la fuerte modificación antrópica que sufre. Los niveles de cima varían de cerca de 40 m, al noreste; hasta cerca de 11, hacia

el oeste y 2,5 al sur, lo que marcadamente junto a los posibles cauces lineales de drenaje dan valores muy poco pronunciados hacia el sur y algo más marcados al oeste, correspondiente a al noroeste del área de estudio en la cuenca Guadiana.

Tanto en la obra de Estévez (2011), como en la de Urquiola *et al.* (2010), no se declara un área propia para la existencia de este tipo de ecosistemas, por lo que se confecciona un mapa (Figura 12), donde se representa el área total que ocupan, con 2800 km<sup>2</sup> y sus límites por el norte con la Cordillera de Guaniguanico; al sur, con el mar Caribe; al oeste, con el Golfo de México y al este con el municipio de San Cristóbal, perteneciente a Artemisa. Además se representa la ubicación de las lagunas objeto de estudio, de las cuales se ofrecen sus características más adelante.



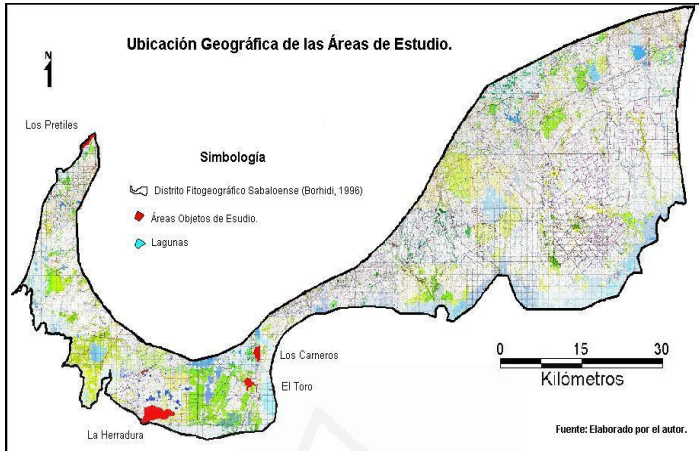


Figura 12. Mapa del área

Desde el punto de vista geológico, se realizan varios trabajos con respecto a la provincia de Pinar del Río, se coincide con los criterios de Pszczolkowski (1999), Cobiella *et al.* (2000) y Cobiella (2008), de que afloran secuencias mesozoicas del margen continental pasivo de América del Norte (Guaniguanico). Por el nordeste, estos cortes están cubiertos tectónicamente por ofiolitas y rocas del arco volcánico cretácico (Bahía Honda), mientras que por el sur son cortados por la falla Pinar, que los separa de la cuenca Los Palacios, esta región es

de relieve llano, no presenta gran complejidad geológica y es bañada por diversas corrientes fluviales en cuyos valles se han acumulado depósitos areno-arcillosos; las rocas que afloran poseen una edad que aproximadamente las ubica para su aparición, entre el Cretácico Superior hasta el Cuaternario. (Pszczólkowski *et al.*, 1975; Piotrowska, 1976; Iturralde-Vinent, 1978).

Se coincide con la clasificación para nombrar las “arenas blancas”, cuarcíticas o cuarzosas (Lomakin *et al.*, 1964, Kukla, 1966; Freire, 1968; Freire, 1978; Freire y Peláez, 1981, Iturralde-Vinent, 1998, Sobrino *et al.*, 2002, Mederos *et al.* 2009, Urquiola *et al.* 2010), pero existen varios criterios que tendremos en cuenta a continuación para la explicación del origen de estas arenas, que son las que garantizan, la existencia de especies muy peculiares sobre ellas, que incluso pueden llegar a convertirse en nuevas especies de acuerdo con Borhidi *com. pers.* (2015) a pesar de que existan en otros ecótopos muy similares, en

las alturas de pizarras, que supuestamente las originaron.

Sobre la base de la generalización de las investigaciones previas y los resultados del proceso de investigación, se identifican tres grupos o tipos principales de reservas de arena, que no se informan por Urquiola et al (2010), y sobre los cuales se origina la vegetación acuática y palustre de las lagunas en esta zona:

- Zonas de arena cuarzosa de origen aluvial-deltaico.

Estos yacimientos, constituidos por arena cuarzosa de alta pureza, han sido estudiados para su uso en la producción de vidrio de diferentes calidades y en la metalurgia. En sentido general se caracterizan por poseer una buena clasificación, grano fino y muy fino (a excepción de San Ubaldo), y forman cuerpos laminares o capas de relativamente poco espesor y gran extensión superficial. Existe consenso entre los especialistas y así se acepta para nuestros

resultados, acerca del origen aluvial-deltaico de los yacimientos anteriormente descritos (Kukla, 1966; Freire, 1968; Freire, 1978; Freire y Peláez, 1981), estos depósitos se han formado a partir de los detritos silíceos procedentes de la erosión de las rocas cuarzosas de la Formación San Cayetano acarreados por los cursos anteriores de los ríos Guadiana y Cuyaguaje.

- Zonas de arena cuarzosa con alto contenido de arcilla de origen aluvial-marino.

Están constituidas por arenas cuarzosas de grano medio a grueso con presencia de gravas, siendo significativo el contenido de arcilla. Se presentan fundamentalmente en lagunas con perdigones de hierro. Las vetas de este tipo no forman capas continuas, sino lentes de extensión limitada donde se manifiestan frecuentes cambios faciales, tanto en la vertical como en el plano. Los lentes de arenas se intercalan con los sedimentos arcillosos y están generalmente superpuestos por arena de grano muy fino; se le han asignado distintos

orígenes a estos depósitos: aluvial, aluvial-marino, deluvial, marino, entre otros. Sin embargo, la poca selección de los sedimentos, los frecuentes cambios faciales, la composición litológica, la morfología de los cuerpos y el patrón de distribución espacial, apoyados en la vegetación existente, favorecen el origen aluvial. Hay que sumar además, los sistemas fluviales (abanicos aluviales, depósitos de cauce y llanuras de inundación).

- Zonas con arenas de origen aluvial asociados a los ríos actuales (cauces abandonados o paleocauces, cauces activos, terrazas)

En los sistemas fluviales la grava y la arena se asocian a los cauces activos, a las llanuras de inundación (dentro de los cauces abandonados o paleocauces), a los canales de nueva creación para el regadío y el abasto de agua a las escuelas y a las terrazas fluviales que representan antiguas llanuras de inundación.

En los ríos, las corrientes van más rápidas en la parte exterior de la curva que en la interior, esto produce una mayor erosión en la orilla cóncava, en contraste, la carga de fondo tiende a depositarse en la parte interna, donde la velocidad de la corriente es menor, produciendo un depósito de arena y grava conocida como barra de meandro (point bar).

El efecto de estas barras en los meandros es que la curvatura tiende a ser cada vez más pronunciada, hasta que el cauce se rectifica por estrangulamiento, el desarrollo de nuevos meandros, provoca que el río migre de un lado a otro de la llanura de inundación, provocando la creación de nuevos humedales, la aparición de especies de la flora acuáticas y/o palustres, que toleran permanentes o breves inundaciones y hasta pueden originar la formación de nuevas depresiones, que por las características del terreno expuestas anteriormente, se pueden

convertir en charcos estacionales, ciénagas y pantanos.

Como resultado del análisis podemos plantear que las áreas de arenas cuarzosas de Pinar del Río, presentan perfiles (Tabla 1 y 2), de dos tipos principales que son:

CAPA	COLORACION
0,00-0,20	Arena gris claro o pardo
0,20-1,70	Arena amarillo pálido
1,70-4,00	Arena amarillo rojiza, algo arcillosa.
4,00-6,00	Arena amarillo rojiza arcillosa.
6,00-7,00	Arcilla algo arenosa rojiza.
7,00-9,00	Arcilla poco arenosa abigarrada

Tabla 1. Coloración del Perfil A, de acuerdo con la profundidad

CAPA	CARACTERISTICAS
0,00-0,10	Arena gris claro o pardo.
0,10-0,20	Arena gris claro.
0,20-0,80	Arena blanca.
0,80-1,80	Arena gris oscuro a negro, turbosa.
1,80-3,30	Arena amarillo pardo.
3,30-5,50	Arena amarillo rojiza algo arcillosa.
5,50-7,50	Arena amarillo rojiza arcillosa.
7,50-9,00	Arcilla algo arenosa rojiza.

Tabla 2. Coloración del Perfil B, de acuerdo con la profundidad

Estos perfiles representan un modelo ideal susceptible a los cambios en las condiciones particulares de cada área de esta llanura suroccidental, aunque pudiera tener relación con cualquier área arenosa, que se aproxime a uno de estos modelos tipológicos.

La principal regularidad detectada en la distribución de estas áreas está asociada a su altitud, ya que de modo general los perfiles de tipo A se encuentran en cotas mayores de 5 metros, mientras que los del tipo B están por debajo de ésta.

Esto motiva que existan modificaciones en los perfiles del tipo A, dando paso a perfiles atípicos como el encontrado en el pantano de San Ubaldo, donde sobre la capa de arena amarilla, se asienta una capa de arena blanca cubierta por una capa de arena gris oscuro a negro, turbosa, representando una transición del perfil A al B.

La presencia de estas zonas con arenas cuarzosas, sobre las rocas que sustentan estos depósitos arenosos, que son en general calizas miocénicas, pueden originar estos tipos de humedales, ya que están expuestas a la erosión



subterránea de los acuíferos presentes en la zona, el paso del agua debilita gradualmente la roca hasta que se quiebra debido al peso de las capas superiores, originando las depresiones, a esto se le denomina “procesos cársticos-sufosivos”, estas depresiones ya poseen la arena en la capa superficial y luego se inundan con el agua superficial y de escurrimiento.

Este amplio desarrollo de lagunas y pantanos de probable origen cárstico, parece haber sido afectado por variados movimientos de ascenso y descenso, que unido a procesos de canalización, regulación y drenaje, haya propiciado que las áreas de humedales estén disminuyendo, criterio que se comparte con Pérez, *et al.* (2003).

En la actualidad, durante el paso de fenómenos meteorológicos extremos, como tormentas tropicales y huracanes, muy comunes en esta zona, toda la depresión se inunda y prácticamente desde Cortés hasta la Bahía de Gadiana, se convierte en un lago transitorio, de esta forma, se

crean las condiciones aquí para que las arenas cuarzosas sean lavadas y redepositadas desde las partes más elevadas del territorio hacia las partes más deprimidas, es decir, hacia la zona pantanosa.

En el estudio de Pérez, *et al.* (2003), se plantea que la parte meridional de estos humedales, está cubierta de forma prioritaria por depósitos carbonatados de la Formación Vedado, que forman una llanura cárstica elevada a varios metros sobre el nivel del mar, pero no se precisa que la altura, al menos en los humedales, no excede los dos (m.s.n.m). Resulta evidente, que la subsidencia inicial (que aquí parece haber ocurrido a fines del Oligoceno), dio paso a la elevación continua del bloque que forma esta llanura a partir del Pleistoceno Inferior. Aunque en menor proporción que la Formación Vedado, en la parte Norte de esta llanura y ya en los propios límites con la Ciénaga de Remates, se encuentran los conglomerados abigarrados de la Formación

Guane y las arenas arcillosas rojas de la Formación Villarroja. Al Noreste, cerca del pueblo de Cortés, se observaron calcarenitas con estratificación cruzada, al parecer correlacionables con la Formación Cocodrilo (Pérez, *et al.* 2003)

#### **4.2 Determinación de la flora asociada a los humedales interiores de agua dulce.**

Las formaciones vegetales sobre suelos de arena blanca cuarcítica en Pinar del Río, se extendían originalmente en una franja más o menos continua por el sur de la provincia, atravesando la zona ístmica de Guanahacabibes por el oeste, hasta los alrededores de La Fé; en la costa norte, criterio que se comparte con Borhidi y Muñiz (1980) y Urquiola (1987), sumando además que, en la costa noroccidental de la provincia también ha existido vegetación y suelos similares, principalmente en la ciénaga del Prado y en Playa La Cana y Los Pretiles en Mantua.

Se comparte además con Urquiola (1987) y Urquiola *et al.* (2010), que la alteración paulatina de estas comunidades debido a la agricultura, la minería y el pastoreo, a lo que podemos incorporar la pesca con artes masivas (redes, chinchorros) y la contaminación con hidrocarburos procedentes de los obsoletos equipos de riego, han determinado la desaparición de una gran parte de la flora y vegetación, típicas de estos suelos arenosos, quedando en la actualidad sólo pequeñas áreas de difícil acceso y otras declaradas reservas mineras, que constituyen relictos de la vegetación existente antes de la degradación.

Desde el punto de vista florístico, se coincide en que la llanura occidental, suroccidental y noroccidental de Pinar del Río, está comprendida dentro del distrito fitogeográfico conocido como “Sabana de Arena Blanca”, de acuerdo con Samek (1973) o “Sabaloense” según Borhidi (1996) en la actualidad.

Para referirse a estas formaciones vegetales, los razonamientos manejados son desiguales debido a que cada autor ha interpretado de una forma individual la dinámica de estos ecosistemas, que no son totalmente homogéneos en sus atributos ecológicos, por los eventos que de manera fortuita pueden haber ocurrido a lo largo de su extensión original. El término de sabana semiantrópica, esgrimido por Borhidi y Herrera (1977) plantea la presencia de *Pinus* en terrenos llanos con pocas ondulaciones, que sumado a la presencia de la actividad humana, genera este tipo de ecosistema; también existe la clasificación de sabana seminatural, utilizado por Capote y Berazaín (1984), que consideran la formación de estas sabanas derivadas de bosques de *Pinus* sp. (pinares abiertos), debido a la acción del hombre sobre el estrato arbóreo, el cual demora en regenerarse debido al factor edáfico; se coincide con ambos criterios aportados en estas contribuciones, de que la vegetación e incluso el relieve en sentido general de estos ecosistemas, ha recibido la acción degradante del hombre y en la actualidad son mayormente sabanas.

Claro, existe también un factor diferencial muy peculiar en estas sabanas con respecto a las sabanas neotropicales presentes en el resto de los territorios que la poseen y se refiere a la existencia de arenas cuarzosas (Sarmiento, 1983) con presencia de *Pinus* sp. en el estrato arbóreo, aunque la mayor riqueza florística se encuentra en el estrato herbáceo, con numerosas especies típicas de estas arenas cuarzosas que en su mayoría representan endemismos, entre otras se destacan como taxas típicos de estas comunidades las familias Xyridaceae, Eriocaulaceae, Haemodoraceae, Cistaceae, así como las familias de insectívoras Lentibulariaceae y Droseraceae.

A todo esto se le suma, la coexistencia en los ecotonos de las lagunas, de varias especies que en otras condiciones ostentan solo la condición de terrestres, pero que en este caso, pueden considerarse palustres, si se tiene en cuenta la capacidad de soportar periodos de inundación de diferentes magnitudes. Debido a esto se decide, además de utilizar el término de sabana arenosa con *Pinus* sp, utilizar también el de humedales interiores de agua dulce sobre arenas cuarcíticas, para

las formaciones relacionadas con los charcos, pantanos, lagunas y ciénagas, que cumplen con los requisitos anteriores en comunidades.

En la caracterización fisionómica de la vegetación acuática y palustre, presente en los humedales interiores de agua dulce sobre arenas de cuarzo, pueden distinguirse dos formaciones vegetales bien definidas:

1. Herbazales de ciénaga.

Los herbazales de ciénaga con vegetación palustre de agua dulce, ocupan los charcos grandes, lagunas intermitentes estacionales y pantanos, que aparecen en las depresiones del terreno, donde el proceso de deposición de las arenas no ha culminado y el manto freático se encuentra cerca de la superficie, o la capa arcillosa impermeable que soporta estas arenas por encima de las rocas calizas, también se encuentra muy cerca; de manera que la saturación ocurre rápidamente en las lluvias. En estos ecótopos se dan condiciones de estiaje y saturación intermitentes muy bruscas durante las lluvias y sequías, lo cual condiciona una flora particular caracterizada

mayormente por la presencia de especies palustres anuales y bienales, que aparecen tan pronto encuentran las condiciones adecuadas para su germinación y desarrollo, a la vez que desaparecen cuando las condiciones pasan al otro extremo.

## 2. Comunidades acuáticas (lagunas).

Las comunidades acuáticas de agua dulce se caracterizan por la presencia de especies exclusivamente hidrófitas enraizadas como: *Nymphaea ampla* (Salisb.) D.C., *Nymphaea conardi* Wiersema, *Nymphaea odorata* Aiton, *Nymphaea rubra* Roxb. ex Andrews, *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth, *Heteranthera limosa* (Sw.) Willd., *Bacopa longipes* (Penn.) Standl., *Ludwigia octovalvis subsp octovalvis* (Jacq.) Raven., *Najas wrightiana* A. Braun, *Nymphoides grayana* (Griseb.) Kuntze, *Nymphoides indica* (L.) Kuntze, *Thalia geniculata* L., *Utricularia incisa* (A. Rich.) Alain, *Utricularia foliosa* L., *Brasenia schreberi* J.F. Gmel., *Myriophyllum pinnatum* (Walter) Britton, Sterns & Poggenb., *Myriophyllum laxum* Shuttle.



ex Chapm., *Eleocharis confervoides* (Poir.) G.C. Tucker, *Eleocharis minima* Kunth, *Eleocharis cellulosa* Torr., *Ceratophyllum demersum* L, *Cabomba caroliniana* Gary., *Cabomba furcata* Schult. & Schult., *Echinodorus tenellus* (Mart.) Buchenau., *Echinodorus nymphaeifolius* (Griseb.) Buchenau. y también las de vida libre o flotadoras errantes como: *Azolla caroliniana* Willd, *Neptunia oleracea* Lour., *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, *Salvinia auriculata* Aubl. que incluso pueden llegar a cubrir totalmente la superficie, en lugares protegidos de la acción del viento, todo esto unido a la condición de reproducirse de forma vegetativa, hace que casi todas tengan un comportamiento invasor, con la excepción de la especie endémica *Salvinia minima* Baker.

No se puede pasar por alto, que de acuerdo con el nivel de inundación que posea la laguna, en los ecotonos de cada una, se generan condiciones óptimas para que surjan comunidades de especies endémicas palustres, perennes, anuales

y bienales, que se consideran representativas de cada una, constituyendo su distribución en ellas, lugares clásicos de colecta para muchas generaciones de botánicos y sobre las cuales se establece un análisis más adelante.

A continuación se muestra la composición de la flora acuática y palustre, asociada a los humedales interiores de agua dulce de Pinar del Río (Tabla 3), que por columnas, se encuentra ordenada alfabéticamente según la familia botánica a la que pertenecen cada uno de los de los taxones, de los que se ofrecen, su epíteto genérico y el epíteto específico con su autor, se brinda además, el hábito, tipo biológico, categorías de amenaza, distribución, paisaje y localidad donde se observan.

#### **Leyenda:**

Hábito **Hb**: Árbol (**A**), Arbusto (**Ab**), Epífita Herbácea (**Ee**), Herbácea (**H**), Trepadora (**T**).

Tipo biológico **T.B**: Caméfita (**C**), Epífita (**E**), Geófito (**G**), Hemicriptófito (**HCf**), Hidrófito (**Hdr**),

Liana Herbáceas (**LHb**), Megafanerófita (**Mgf**), Mesofanerófita (**Msf**), Microfanerófita (**Mcf**), Nanofanerófita (**Nnf**), Terófita (**Tr**)

Categorías (**Cat.**) se informan en: No Evaluados (NE), Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR), Extinto (EX), los números indican la bibliografía actual, donde fueron otorgadas las categorías a cada uno de ellos:

1. Urquiola et al. (2010) Libro Rojo de la Flora Vasculare de Pinar del Río.
2. González-Torres et al. (2009) Categorización preliminar de taxones de la flora de Cuba.
3. González-Torres et al. (2008) Categorización preliminar de taxones de la flora de Cuba.
4. González-Torres et al. (2007) Categorización preliminar de taxones de la flora de Cuba.
5. Berazaín et al. (2005) Lista Roja de la Flora Vasculare Cubana.

Distribución (**Distrib.**): Cosmopolita (CMp), Pantropical (PT), Neotropical (NT), Caribe (Cr), Pancubano (PC), Cuba occidental-central (Cuba occ-cent.), Cuba occidental y oriental (Cuba occ-ori), Cuba occidental (Cuba occ.), Pinar del Río (P.R)

Paisajes geográficos (**Paisaj.**): Se realiza una clasificación de paisajes, de acuerdo con Novo com pers. (2010), para incluir los diferentes tipos de humedales, presentes sobre arenas cuarcíticas:

**Tipo 1:** Llanura baja con inundación periódica, ocupada por bosque siempreverde micrófilo.

**Tipo 2:** Llanura baja con inundación ocasional, ocupada por sabanas seminaturales y bosques de pinos.

**Tipo 3:** Cuerpos de agua palustres inundados permanentes, ocupados por herbazales de ciénaga.

**Tipo 4:** Cuerpos de agua palustres inundados estacionalmente, ocupados por herbazales.

**Tipo 5:** Cuerpos lacustres permanentes, con profusión de vegetación acuática enraizada.

**Tipo 6:** Cuerpos lacustres estacionales, con vegetación acuática y de sabana, que se excluyen en diferentes períodos hidrológicos.

**Tipo 7:** Riberas lacustres, inundadas estacionalmente con profusión de Juncos.

**Tipo 8:** Riberas fluviales.

**Localidades:** En esta columna se ofrecen indistintamente, los nombres que según los pescadores y pobladores de estos apartados lugares, reciben los humedales interiores sobre arenas cuarcíticas de Pinar del Río, además de los nombres que aportan los mapas publicados por las entidades relacionadas con este tema; en los que se observan cada una de las especies y que presentan las características que son comunes a todos los ecosistemas de este tipo en la Provincia. Es necesario aclarar que las iniciales (lagunas s.l) en latín (*sensu lato*) significan (en sentido amplio), y se utilizan para las especies que se observan en

la mayoría de los cuerpos de agua que se visitan durante la investigación, cuyos nombres, localización y municipio al que pertenecen, se encuentran en el (Anexo 1).

Familia	Género y especie	Hb	T.B	Cat.	Dist.	Paisaj.	Localidades
Acanthaceae	<i>Justicia cubana</i> Alain	Ab	Nnf	CR 1	P.R	3-4-5-7	Los Pretiles.
	<i>Stenandrium droseroides</i> Ness.	H	C	NE	Ant.	4	Alrededores de Palo Blanco y La Larga.
Alismataceae	<i>Echinodorus nymphaeifolius</i> (Griseb.) Buchenau.	H	Hdr	EN 1	Cr	3-5-6	Laguna Vieja.
	<i>Echinodorus tenellus</i> (Mart.) Buchenau.	H	Hdr	CR 1	NT	3-5-6	Lagunas Manuel Lazo.
	<i>Sagittaria graminea</i> Michx.	H	Hdr	CR 1	Cr	3-5-6	Jovero, Los Indios.
	<i>Sagittaria intermedia</i> P.Micheli	H	Hdr	LC 2	NT	4-5-6	La Herradura.
	<i>Sagittaria lancifolia</i> L.	H	Hdr	NT 2	NT	3-5-6	La Herradura.
Amaryllidaceae	<i>Crinum oliganthum</i> Urb.	H	G	EN 1	Cuba occ.-cent.	2-3-4	Santa Teresa, EL Punto.
Apiaceae	<i>Asciadium coronopifolium</i> Griseb.	H	Tr	EN 5	P.R	5-6-7-8	Lagunas s.l.
Apocynaceae	<i>Metastelma linearifolium</i> A. Rich.	T	LHb	NE	Ant.	2-4	Laguna El Bufeo, Laguna La Grifa.
Aquifoliaceae	<i>Ilex cassine</i> L.	Ab	Nnf	LC 3	Cr	2-4	La Guanana, Los Carneros.
Araceae	<i>Lemna aequinoctialis</i> Welw., Apont.	H	Hdr	NE	Cmp	4-5-6	Desde La Herradura a San Ubaldo.
	<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid.	H	Hdr	NE	Cmp	5-6-7	Lagunas s.l.
Araliaceae	<i>Hydrocotyle pygmaea</i> C.Wright ex Sauvalle	H	Hdr	EN 1	P.R	4-5-6	El Toro.
	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L.f.	H	Hdr	NE	NT	5-6-7	Lagunas s.l.
	<i>Hydrocotyle umbellata</i> L	H	Hdr	NE	PC	5-6-7-8	Lagunas s. l.
Arecaceae	<i>Acoelorrhapha wrightii</i> (Griseb. & H. Wendl.)H. Wendl. ex Becc.	Ab	Msf	LC 5	Cr	2-4-5-6	Sobre Templaderas. Laguna de la Herradura.
	<i>Colpotherinax wrightii</i> Griseb. & H Wendl. ex Siebert & Voss	A	Msf	EN 1	Cuba occ.	1-2-4	San Ubaldo, Santa Teresa.
	<i>Sabal palmetto</i> (Walter) Lodd. ex Schult.	A	MgF	NE	Cr	2-4	Los Paredones, La Máquina.

Familia	Género y especie	Hb	T.B	Cat.	Dist.	País.	Localidades
Acanthaceae	<i>Justicia cubana</i> Alain	Ab	Nnf	CR 1	P.R	3-4-5-7	Los Pretiles.
	<i>Stenandrium droseroides</i> Ness.	H	C	NE	Ant.	4	Alrededores de Palo Blanco y La Larga.
Alismataceae	<i>Echinodorus nymphaeifolius</i> (Griseb.) Buchenau.	H	Hdr	EN 1	Cr	3-5-6	Laguna Vieja.
	<i>Echinodorus tenellus</i> (Mart.) Buchenau.	H	Hdr	CR 1	NT	3-5-6	Lagunas Manuel Lazo.
	<i>Sagittaria graminea</i> Michx.	H	Hdr	CR 1	Cr	3-5-6	Jovero, Los Indios.
	<i>Sagittaria intermedia</i> P. Micheli	H	Hdr	LC 2	NT	4-5-6	La Herradura.
	<i>Sagittaria lancifolia</i> L.	H	Hdr	NT 2	NT	3-5-6	La Herradura.
Amaryllidaceae	<i>Crinum oliganthum</i> Urb.	H	G	EN 1	Cuba occ.-cent.	2-3-4	Santa Teresa, EL Punto.
Apiaceae	<i>Asciadium coronopifolium</i> Griseb.	H	Tr	EN 5	P.R	5-6-7-8	Lagunas s.l.
Apocynaceae	<i>Metastelma linearifolium</i> A. Rich.	T	LHb	NE	Ant.	2-4	Laguna El Bufeo, Laguna La Grifa.
Aquifoliaceae	<i>Ilex cassine</i> L.	Ab	Nnf	LC 3	Cr	2-4	La Guanana, Los Carneros.
Araceae	<i>Lemna aequinoctialis</i> Welw., Apont.	H	Hdr	NE	CMp	4-5-6	Desde La Herradura a San Ubaldo.
	<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid.	H	Hdr	NE	CMp	5-6-7	Lagunas s.l.
Araliaceae	<i>Hydrocotyle pygmaea</i> C.Wright ex Sauvalle	H	Hdr	EN 1	P.R	4-5-6	El Toro.
	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L.f.	H	Hdr	NE	NT	5-6-7	Lagunas s.l.
	<i>Hydrocotyle umbellata</i> L.	H	Hdr	NE	PC	5-6-7-8	Lagunas s. l.
Arecaceae	<i>Acoelorrhaphe wrightii</i> (Griseb. & H. Wendl.)H. Wendl. ex Becc.	Ab	Msf	LC 5	Cr	2-4-5-6	Sobre Templaderas. Laguna de la Herradura.
	<i>Colpotherinx wrightii</i> Griseb. & H Wendl. ex Siebert & Voss	A	Msf	EN 1	Cuba occ.	1-2-4	San Ubaldo, Santa Teresa.
	<i>Sabal palmetto</i> (Walter) Lodd. ex Schult.	A	MgF	NE	Cr	2-4	Los Paredones, La Máquina.
Asteraceae	<i>Elephantopus arenarius</i> Britton & P.Wilson	H	C	EN 5	Cuba occ.	4-5-6-7	La Herradura, Los Caimanes, La Grifa.
	<i>Erigeron bellidiastroides</i> Griseb.	H	HCF	EN 1	Cuba occ.	2-4	San Ubaldo, Sabanalamar.
	<i>Heptanthus cochlearifolius</i> Griseb.	H	HCF	VU 1	P.R	2-4	El Hatillo, La Grifa (Norte).
	<i>Lachnorhiza piloselloides</i> A.Rich.	H	C	NT 3	P.R	4-5-6	Laguna Santa Maria, Laguna La Máquina.
	<i>Neja marginata</i> (Griseb.) G.L. Nesom	H	C	EN 1	Cuba occ.	2-4	San Ubaldo, EL Toro, Los Pretiles.
	<i>Pectis juniperina</i> Rydb.	H	C	CR 1	P.R	2-4	San Ubaldo.
	<i>Pluchea rosea</i> Godfrey	H	Nnf	LC 3	Cr	2-4-5-6	La Herradura.
	<i>Tetraperone belloides</i> (Griseb.) Urb.	H	C	CR 1	P.R	2-4	Laguna La Martina.
	Azollaceae	<i>Azolla caroliniana</i> Willd.	H	Hdr	LC 3	PC	2-4
Bignoniaceae	<i>Bignonia diversifolia</i> Kunth	Ab.	Mcf	NE	PC	2-4	El Toro
Blechnaceae	<i>Blechnum serrulatum</i> Rich.	H	G	LC 3	Cr	4-5-6-7	Jovero, Los Indios, El Punto.
	<i>Woodwardia virginica</i> J. Smith.	H	G	CR 1	PC	2-4-6	San Ubaldo.
Boraginaceae	<i>Euploca antillana</i> (Urb.) Diane & Hilger	H	Tr	DD 2	Ant.	2-4	Sabanalamar y San Ubaldo.
	<i>Euploca bursifera</i> (C. Wright ex Griseb.) Diane & Hilger	H	Nnf	CR 1	P.R	2-4	La Herradura, San Ubaldo.
	<i>Tournefortia roigii</i> Britton	Ab	Nnf	EN 1	P.R	3-4-6	Lugones.

Familia	Género y especie	Hb	T.B	Cat.	Dist.	Paisaj	Localidades
Hydroleaceae	<i>Hydrolea nigricaulis</i> C. Wright ex Griseb	H	Tr	NE	Ant.	2-4-5-6	Laguna de Blanquizal, Presa El Punto.
	<i>Hydrolea spinosa</i> L.	Ab	Nnf	NE	Cr	2-4-5-6	Los Carneros, La Herradura sobre tembladeras.
Burmanniaceae	<i>Apteria aphylla</i> (Nutt.) Barnhart ex Small	H	Tr	EN 1	Cr	2-4	San Ubaldo, Santa Teresa.
	<i>Burmanna bicolor</i> Mart.	H	Tr	CR 1	NT	2-4	La Herradura, El Toro.
	<i>Burmanna capitata</i> (Walter ex J.F. Gmel.) Mart.	H	Tr	NE	NT	2-4	El Toro, Los Carneros.
Cabombaceae	<i>Brasenia schreberi</i> J.F. Gmel.	H	Hdr	EN 5	Cmp	5-6-7	La Herradura.
	<i>Cabomba caroliniana</i> Gary.	H	Hdr	NE	Cr	5-6-7	La Herradura, El Copey.
	<i>Cabomba furcata</i> Schult. & Schult.	H	Hdr	NE	NT	5-6-7	La Herradura, El Copey.
Cactaceae	<i>Harrisia eriophora</i> (P. Feiff) Britton, Bull.	Ab	Nnf	LC 5	PC	1-4-6	EL Toro, San Ubaldo.
Caesalpiniaceae	<i>Cynometra cubensis</i> A. Rich.	A	Msf	CR 1	Cuba occ.	3	La Cana-Pretiles.
Capparaceae	<i>Cratava urbaniana</i> R. Rankin	Ab	Mcf	CR 1	Ant.	1	El Cheve.
Ceratophyllaceae	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	H	Hdr	NT 2	PT	5-6-7	Laguna Lugones.
	<i>Ceratophyllum muricatum</i> (Griseb.) Les	H	Hdr	A 2	Cuba occ.-cent.	5-6-7	Laguna Vieja.
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	Ab	Msf	NE	Cr	4-5-6-7	San Ubaldo, Sabanalamar.
Cistaceae	<i>Lechea cubensis</i> Leggett	H	C	EN 1	P.R	2-4	San Ubaldo, Sabanalamar, Los Pretiles-La Cana.
Cleomeaceae	<i>Cleome guianensis</i> Aubl.	H	Tr	CR 1	Cr	2-4	San Ubaldo.
	<i>Cleome macrorhiza</i> C. Wright	H	C	CR 1	P.R	1-2-3	La Máquina.
Clusiaceae	<i>Garcinia aristata</i> (Griseb.) Borhidi	A	Msf	EN 1	Ant	3-4	Los Pretiles.
Cyathaceae	<i>Cyathea microdonta</i> (Desv.) Domin	Ab	Mcf	CR 1	NT	4-5-6	El Punto.
Cyperaceae	<i>Cladium jamaicense</i> Krantz	H	HCf	NE	NT	2-4-5	La Herradura
	<i>Cyperus giganteus</i> Vahl.	H	Hdr	LC 2	Cuba occ.	2-4-5	Lagunas s.l.
	<i>Cyperus haspan</i> L.	H	Hdr	LC 2	Cr	2-4-5-6	Ciénaga de Los Negros
	<i>Cyperus ochraceus</i> Vahl.	H	HCf	LC 2	Cr	2-4-5	Manzanares.
	<i>Eleocharis cellulosa</i> Torr.	H	Hdr	LC 2	NT	2-4-5	Lagunas s.l.



Cyperaceae	<i>Eleocharis minima</i> Kunth	H	Hdr	LC 2	NT	2.4-5-6	Laguna El Toro.
	<i>Eleocharis confervoides</i> (Poir.) G. C. Tucker	H	Hdr	CR 1	PT	4.5-6	La Herradura.
	<i>Eleocharis minutissima</i> Britton	H	Hdr	DD 2	Cr	2.4-5-6	Blanquizal, Presa El Punto.
	<i>Eleocharis knutei</i> Pavon Garces & Zavaro	H	Hcf	CR 1	P.R	3	Los Pretiles.
	<i>Eleocharis oligantha</i> Clark.	H	HH	LC 2	Ant.	2.4-5-6	El Toro.
	<i>Fuirena robusta</i> Kunth	H	Hdr	LC 2	NT	2.4-5-6	El Toro, Los Cameros.
	<i>Fuirena scirpoidea</i> Michx.	H	Hdr	LC 2	Cr	2.4-5-6	Lagunas s.l.
	<i>Rhynchospora fascicularis</i> (Michx.) Vhal subsp. fascicularis	H	Nnf	LC 2	PC	2.4-5-6	El Toro, Los Cameros, La Herradura.
	<i>Rhynchospora globosa</i> (Kunth) Roem. & Schult. var. globosa	H	Hcf	LC 2	Cr	2.4-5-6	El Toro, Los Cameros, La Herradura.
	<i>Rhynchospora joveroensis</i> Britton	H	Hcf	EN 5	P.R	2.4-5-6	Jovero, Palo Blanco.
<i>Scleria baldwinii</i> (Torr.) Steud.	H	Hcf	LC 2	Cr	2.4-5-6	Ciénaga de Los Negros.	
<i>Scleria lacustris</i> C. Wright	H	Nnf	LC 2	PT	2.4-5-6	El Copey, El Toro.	
Dennstaedtiaceae	<i>Lindsaea cubensis</i> Underw. & Maxon	H	Hcf	VU 1	Cuba occ.	8	Los Pretiles, arroyo Camarones, Mantua.
Droseraceae	<i>Drosera brevifolia</i> Pursh.	H	Tr	EX 1	NT	1.4-6	Laguna Grande.
	<i>Drosera capillaris</i> Poir.	H	Hcf	VU 1	NT	2.4-5-6	Lagunas s.l.
	<i>Drosera intermedia</i> Hayne	H	HH	CR 1	NT	2.4-5-6	La Herradura, Los Paredones.
Ericaceae	<i>Kalmia encoides</i> var. <i>encoides</i> C. Wright ex Griseb	Ab	Nnf	CR 1	P.R	2.4-6	San Ubaldo, Sabanalamar.
	<i>Lyonia ekmanii</i> Urb.	Ab	Mcf	CR 1	P.R	2.4-6	Los Pretiles, Las Clavellinas y Ciénaga del Prado.
Eriocaulaceae	<i>Eriocaulon ekmanii</i> Ruhland	H	C	CR 1	P.R	2.4-6	La Máquina, Santa María.
	<i>Eriocaulon melanocephalum</i> Kunth	H	Hcf	CR 1	NT	7	Jovero.
	<i>Eriocaulon minutissimum</i> Rhul.	H	C	EX 1	P.R	5-6	Laguna San Mateo.
	<i>Eriocaulon pseudocompressum</i> Ruhland	H	Tr	NE	P.R	4.5-6-7	La Herradura.
	<i>Eriocaulon sclerocephalum</i> Rhul.	H	C	CR 1	P.R	2.3-4-5-6	Los Paredones.
	<i>Eriocaulon sigmoideum</i> C. Wright	H	C	EN 1	P.R	2.3-4-5-6	Santa María.
	<i>Lactinocaulon ekmanii</i> Ruhland	H	C	CR 1	P.R	6-8	Jovero, Alcatraz Grande, Santa Teresa, Los Pretiles.
	<i>Paepalanthus alsinoides</i> subsp. <i>alsinoides</i> C. Wright	H	C	CR 1	P.R	2.3-4-5	Los Pretiles-La Cana.
	<i>Paepalanthus lamarkii</i> Kunth	H	C	EN 1	NT	2-4	San Ubaldo, Santa Teresa, Los Pretiles.

Ericaulaceae	<i>Paepalanthus retusus</i> C. Wright	H	C	CR 1	P.R	2-3-4	La Grifa, San Ubaldo, Los Pretiles.
	<i>Paepalanthus seslerioides</i> Griseb.	H	C	CR 1	P.R	2-3-4	Los Pretiles, Ciénaga del Prado, Las Clavellinas.
	<i>Syngonanthus androsaceus</i> (Griseb.) Ruhland.	H	C	CR 1	P.R	2-4	San Ubaldo, Sabanalamar, Santa Teresa, Los Pretiles.
	<i>Syngonanthus lagopodioides</i> (Griseb.) Ruhland.	H	C	EN 1	P.R	2-4	San Ubaldo, Sabanalamar, Santa Teresa, Los Pretiles.
	<i>Tonina fluviatilis</i> Aubl.	H	LHb	CR 1	NT	5-6-7-8	Jovero, Los Pretiles.
Euphorbiaceae	<i>Caperonia palustris</i> (L.) St. Hil.	H	Tr	LC 3	NT	5-6-7-8	Lagunas s.l.
	<i>Croton craspedotrichus</i> Griseb.	H	C	VU 1	P.R	2-4	San Ubaldo, Sabanalamar, Santa Teresa.
	<i>Chamaecypse pinariona</i> (Urb.) Alain	H	C	VU 1	Cuba occ.	2-4	San Ubaldo, Sabanalamar, Santa Teresa, Los Pretiles.
	<i>Gymnanthes glandulosus</i> (Sw.) Müll. Arg.	A	Msf	CR 5	Cr	1-4-6	La Grifa, Las Martinas, Sabanalamar.
	<i>Jatropha angustifolia</i> Griseb.	Ab	Nnf	VU 1	Cuba occ.	4-5	San Ubaldo, Sabanalamar, Santa Teresa.
Fabaceae	<i>Aeschynomene fluminensis</i> var. <i>fluminensis</i> Vell.	Ab	Nnf	NE	NT	4-5-6	Los Indios Chicos
	<i>Aeschynomene sensitiva</i> Sw.	Ab	Nnf	NE	NT	4-5-6	La Herradura, Jovero.
	<i>Canavalia microsperma</i> Urb.	T	LHb	CR 1	P.R	2-4-6	San Ubaldo.
	<i>Galactia herradurensis</i> Urb.	T	LHb	VU 1	P.R	2-4-6	La Herradura.
	<i>Galactia isopoda</i> Urb.	T	LHb	VU 1	P.R	1-2-4-5	La Jicotea, Itabo Grande.
	<i>Herpyza grandiflora</i> (Griseb.) C. Wright	T	LHb	CR 1	P.R	2-4	San Ubaldo.
	<i>Indigofera miniata</i> Ortega	H	C	NE	Cr	2-4	El Toro.
	<i>Neptunia oleracea</i> Lour.	H	C	NE	NT	4-5-6	Sabanalamar, Jovero
	<i>Zornia arenicola</i> Bál.-Tul.& P. Herrera	H	C	CR 1	P.R	2-4	El Toro.
	Gentianaceae	<i>Eustoma exaltatum</i> (L.) Griseb.	H	Tr	NE	Cr	5-6-7
<i>Sabatia grandiflora</i> (A. Gray) Small.		H	Nnf	EN 5	Cr	5-6-7	Lagunas s. l.
<i>Sabatia stellaris</i> Pursh		H	Tr	CR 1	Cr	4-5-6-7	Santa María.
Haemodoraceae	<i>Lachnanthes caroliniana</i> (Lam.) Dandy	H	G	EN 1	Cr	2-4	La Herradura, Los Cameros.
	<i>Xiphidium xanthorrhizon</i> C.Wright. ex Griseb.	H	G	VU 1	P.R	2-4-6	Los Pretiles, El Punto, Los Cobreros.

Haloragaceae	<i>Myriophyllum laxum</i> Shuttle. ex Chapm.	H	Hdr	CR 1	Cr	5-6	Jovero y Palo Blanco.
	<i>Myriophyllum pinnatum</i> (Walter) Britton, Sterns & Poggenb.	H	Hdr	EN 5	PC	5-6	Palo Blanco.
	<i>Myriophyllum sparsiflorum</i> C.Wright. ex Sauvalle	H	Hdr	EX 1	P.R	5-6	La Máquina.
	<i>Proserpinaca palustris</i> L.	H	Hdr	NE	Cr	5-6	Lagunas s.l.
	<i>Proserpinaca pectinata</i> Lam.	H	Hdr	NE	P.R	5-6	Ciénaga de Los Negros.
Hydrocharitaceae	<i>Egeria densa</i> Planch.	H	Hdr	NE	PT	7-8	Río San Juan.
	<i>Limncharis flava</i> (L.)	H	Hdr	LC 5	Cr	2-3-4-5-6-7	Lagunas s.l.
Hypericaceae	<i>Hypericum styphelioides</i> A. Rich. subsp. <i>styphelioides</i>	Ab	Nnf	A 2	PC	2-4-7	Los Cameros, El Toro.
Isoetaceae	<i>Isoetes cubana</i> Baker	H	G	CR 1	Cr	2-4-5-6	Los Cameros.
Juncaceae	<i>Juncus repens</i> Michx.	H	Hcf	NE	PC	2-4	Los Paredones, Los Negros.
Lamiaceae	<i>Hyptis pedalipes</i> Griseb.	H	C	EN 1	P.R	2-4	Ciénaga de Los Negros.
Lauraceae	<i>Cassipourea filiformis</i> L.	T	Nnf	NE	NT	2-4-5-6	Los Cameros.
Lentibulariaceae	<i>Genlisea filiformis</i> A. St. Hill.	H	Hcf	CR 1	NT	5-6-7	Laguna La Grifa, La Martina.
	<i>Pinguicula albida</i> C.Wright ex Griseb.	H	Tr	CR 1	P.R	4-5-6-7	Sabanalamar, Pretiles.
	<i>Pinguicula filifolia</i> C.Wright. ex Griseb.	H	Tr	CR 1	P.R	4-5-6-7	Sabanalamar, Pretiles.
	<i>Utricularia foliosa</i> L.	H	Hdr	A 4	NT	4-5-6-7	La Herradura, Los Cameros.
	<i>Utricularia incisa</i> (A. Rich.) Alain	H	Hdr	CR 1	P.R	4-5-6-7	EL Toro.
	<i>Utricularia juncea</i> Vahl	H	Tr	CA 4	NT	4-5-6-7	Los Cameros.
	<i>Utricularia purpurea</i> Walter	H	Hdr	CR 1	NT	4-5-6-7	Jovero, Los Cameros.
	<i>Utricularia resupinata</i> Greene ex G. Hitchc.	H	Tr	CR 1	Cr	4-5-6-7	Blanquizeles, Alcatraz Grande, El Toro, La Herradura, Los Cameros.
Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobaefolia</i> Kunth	Ab	Mcf	CR 1	Cr	2-4	San Ubaldo.
	<i>Byrsonima pinetorum</i> Griseb.	Ab	Nnf	NE	P.R	2-4	San Ubaldo, Sabanalamar.
	<i>Malpighia wrightiana</i> Acuña & Roig	Ab	Mcf	VU 1	P.R	1	Los Pretiles.
Malvaceae	<i>Hibiscus costatus</i> A. Rich.	H	Nnf	NA 4	Cr	4-5-6-7	La Herradura, sobre tembladeras.
	<i>Hibiscus furcellatus</i> Lam.	Ab	Nnf	NA 4	NT	4-5-6-7	La Herradura, sobre tembladeras.
	<i>Pelteaea speciosa</i> (Kunth) Standl.	H	Nnf	CR 1	Cr	4-5-6-7	La Herradura.

Malvaceae	<i>Thespesia cubensis</i> (Britton & P.Wilson) J. B. Hutchinson	A	Msf	EN 1	PC	2-3-5-6	Ciénaga del Prado.
Marantaceae	<i>Thalia geniculata</i> L.	H	Hdr	NE	Cuba occ. cen.	4-5-6-7	Laguna de Las Cruces, Macurije
Marsileaceae	<i>Marsilea polycarpa</i> Hook & Grev.	H	Hdr	LC 3	Cuba occ. cen.	4-5-6	Los Marín, San Francisco, Jovero.
	<i>Marsilea vestita</i> Hook. & Grev.	H	Hdr	NT 3	P.R.	4-5-6	La Herradura.
Mayaceae	<i>Mayaca aubletii</i> Michx.	H	Hdr	CR 1	P.R.	5-6	La Herradura, en tembladeras
	<i>Mayaca fluviatilis</i> Aubl.	H	Hdr	EN 1	NT	5-6	La Herradura, en tembladeras.
Melastomataceae	<i>Acisanthera quadrata</i> Juss.	H	C	A 4	NT	4-5-6	La Herradura, el Toro
	<i>Chaetolepis cubensis</i> (A. Rich.) Triana	Ab	Nnf	CA 4	P.R.	4-5-6-7	El Toro.
	<i>Miconia androsaemifolia</i> Griseb.	Ab	Nnf	CR 1	P.R.	2-3-4-6	El Punto.
	<i>Pachyanthus wrightii</i> Griseb.	Ab	Nnf	CR 1	P.R.	2-4-5	San Ubaldo, Sabanalamar.
	<i>Rhexia cubensis</i> Griseb.	H	Nnf	CR 1	Cr	2-4-5	El Toro, La Herradura.
Menyanthaceae	<i>Nymphoides indica</i> (L.) Kuntze	H	Hdr	NE	PT	5-6	Laguna La Larga, Laguna Blanca.
	<i>Nymphoides grayana</i> (Griseb.) Kuntze	H	Hdr	NE	Ant.	5-6	Laguna Larga de Blanquiza.
Molluginaceae	<i>Mollugo brevipes</i> Urb.	H	Tr	VU 1	P.R.	4-5	San Ubaldo, Sabanalamar.
	<i>Mollugo cubensis</i> Urb.	H	C	VU 1	P.R.	4-5	San Ubaldo, Sabanalamar.
	<i>Mollugo eneandra</i> Wright ex. Sauvalle	H	C	EN 1	P.R.	2-4-6	La Mosca (Santa Juana)
Myrtaceae	<i>Pimenta adenocladia</i> (Urb.) Burret	Ab	Mcf	VU 1	PC	3	Los Pretiles.
	<i>Pimenta ferruginea</i> (Griseb.) Burret	Ab	Mcf	CR 1	P.R.	3	Los Pretiles.
	<i>Plinia orthocladia</i> Urb.	Ab	Nnf	VU 1	P.R.	2-4	San Ubaldo, Santa Teresa.
Najadaceae	<i>Najas arguta</i> Kunth	Ab	Mcf	CR 1	NT	3-4-5-6	Los Paredones.
	<i>Najas wrightiana</i> A. Braun	H	Hdr	EN 1	Cr	5-6-7	Jovero.
Nelumbonaceae	<i>Nelumbo nucifera</i> Gaertn. subsp. <i>lutea</i> (Willd.) Borsch & Barthlott	H	Hdr	NE	Cr	5-6-7	Sabanalamar
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea ampla</i> (Salisb.) D.C.	H	Hdr	LC 2	NT	5-6-7	El Toro, Los Carneros, La Herradura.
	<i>Nymphaea conardii</i> Wiersema	H	Hdr	VU 1	NT	5-6-7	San Francisco.
	<i>Nymphaea odorata</i> Aiton	H	Hdr	LC 2	Cr	5-6-7	Jovero, Palo Blanco, Los Indios.

<i>Nymphaeaceae</i>	<i>Nymphaea rubra</i> Roxb. ex Andrews	H	Hdr	NE	PC	5-6-7	Ciénaga de Los Negros, Aguas Claras.
<i>Ochnaceae</i>	<i>Sauvagesia erecta</i> L. subsp. <i>brownei</i> (Planch.) Sastre.	H	C	NE	Cr	2-4	El Toro.
<i>Onagraceae</i>	<i>Ludwigia octovalvis</i> subsp. <i>octovalvis</i> (Jacq.) Raven.	H	Hdr	NE	NT	4-5-6-7	Ciénaga de los Negros, Laguna de Dos Hermanas.
	<i>Ludwigia stricta</i> (C. Wright ex Griseb.) C. Wright	H	Nnf	EN 1	P.R	4-5-6-7	Los Carneros, La Herradura.
	<i>Ludwigia torulosa</i> (Am.) Hara	Ab	Nnf	CR 1	NT	4-5-6	Jovero.
<i>Orchidaceae</i>	<i>Encyclia grisebachiana</i> (Cogn.) Acuña	Ee	E	CR 1	P.R	3-5-6	Manzanares, Los Pretties.
	<i>Dendrophylax porrectus</i> (Rchb.f.) Cartisward & Whitten	Ee	E	VU 1	Cr	3	Los Pretties.
	<i>Pteroglossaspis ecristata</i> (Fernald) Rolfe	H	G	CR 1	P.R	2-4	La Herradura, Sabanalamar.
	<i>Habenaria quinqueseta</i> (Michx.) Sw.	H	Tr	NE	PC	2-4	La Herradura.
<i>Osmundaceae</i>	<i>Osmunda cinnamomea</i> L.	H	HCf	CR 1	PT	5-6	La Herradura, en tembladeras.
	<i>Osmunda regalis</i> L.	H	HCf	EN 1	PT	5-6	La Herradura, en tembladeras.
<i>Phyllanthaceae</i>	<i>Phyllanthus stipulatus</i> (Raf.) G.L. Webster	H	Tr	CA 5	NT	5-6	Los Carneros, La Herradura.
	<i>Phyllanthus echinospermus</i> C.Wright.	H	G	EN 1	P.R	2-4-5	Santa Teresa (alrededores de Los Carneros)
	<i>Phyllanthus heliotropus</i> C.Wright. ex Griseb.	H	G	A 3	P.R	4-5-6	Los Carneros, La Herradura.
	<i>Phyllanthus selvyi</i> Britton & P. Wilson	H	G	EN 5	P.R	2-4-5-6	Los Carneros, El Toro.
<i>Poaceae</i>	<i>Aristida fragilis</i> Hitchc. & Ekman	H	HCf	CR 1	P.R	2-4-6	San Ubaldo, Sabanalamar.
	<i>Aristida sandinensis</i> Catasus	H	HCf	EN 1	P.R	2-4	San Ubaldo.
	<i>Cenchrus distichophyllus</i> Griseb.	H	HCf	CR 1	P.R	2-4	San Ubaldo, Santa Teresa, Sabanalamar.
	<i>Chloris arenaria</i> Hitchc. & Ekman	H	HCf	EN 1	PC	2-4	San Ubaldo, Santa Teresa.
	<i>Dichantheium sphaerocarpon</i> (Elliott) Gould	H	HCf	NE	Cr	2-4	Los Carneros, El Toro.
	<i>Eragrostis atrovirens</i> (Desf.) Trin. ex Steud.	H	Hdr	NE	CMp.	5-6	El Toro, La Herradura.
	<i>Eragrostis cubensis</i> Hitchc.	H	HCf	NE	Cr	2-4	San Ubaldo, Sabanalamar.
	<i>Hyparrhenia rufa</i> (Ness) Stapf in Prain	H	HCf	NE	PT	2-4-5-6	San Ubaldo, Sabanalamar.
	<i>Mesocetum loliforme</i> (Hochst. ex Steud.) Chase	H	HCf	NE	Cr	2-4-5	San Ubaldo, Sabanalamar
	<i>Coleataenia caricoides</i> (Nees ex Trin.) Soreng.	H	HCf	NE	NT	4-5-6	La Herradura.

Poaceae	<i>Panicum lacustre</i> Hitchc. & Ekman	H	Hcf	EN 5	P.R	5-6-7	Laguna La Larga, Los Insinitos.
	<i>Paspalum notatum</i> Flügge var. <i>notatum</i>	H	Hcf	NE	NT	4-5-6	San Ubaldo, Sabanalamar.
Podostemaceae	<i>Marathrum cubanum</i> C. Wright	H	Hdr	CR 1	P.R	7-8	Los Portales, Rio San Juan.
	<i>Tristicha trifaria</i> (Bory ex Willd.) Spreng.	H	Hdr	CR 1	NT	7-8	Los Portales, Rio San Juan.
Pontederiaceae	<i>Eichhornia azurea</i> (Sw.) Kunth	H	Hdr	NE	NT	5-6-7	Lucio, El Guayo, Lagunas s.l.
	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms.	H	Hdr	NE	NT	5-6-7	El Sabino, Macurije, Lagunas s.l.
	<i>Heteranthera limosa</i> (Sw.) Willd.	H	Hdr	NE	NT	5-6-7	Lagunas s.l.
	<i>Heteranthera dubia</i> (Jacq.) MacMill.	H	Hdr	NE	Cr	5-6-7	La Herradura.
	<i>Pontederia cordata</i> L.	H	Hdr	NE	PT	5-6-7	La Herradura.
	Polygalaceae	<i>Polygala omisa</i> Bal.-Tul. & P. Herrera.	H	Tr	EN 1	P.R	1-3-8
<i>Polygala squamifolia</i> C. Wright ex Griseb.		H	Hcf	NA 4	P.R	2-4	El Toro, La Herradura.
Polygonaceae	<i>Polygonum glabrum</i> Willd.	H	Nnf	NE	NT	4-5-6-7	Lagunas s.l.
	<i>Polygonum punctatum</i> Elliot.	H	Nnf	NE	NT	5-6-7-8	Lagunas s.l.
Psilotaceae	<i>Psilotum nudum</i> (L.) P. Beauv.	H	Tr	LC 3	PT	2-4	Camino a La Herradura
Rubiaceae	<i>Cephalanthus occidentalis</i> L.	Ab	Mcf	LC 2	Cr	4-5-6	El Toro, Los Carneros.
	<i>Mitracarpus scaberulus</i> Britton & P. Wilson	H	C	VU 1	P.R	2-4	San Ubaldo, Santa Teresa, Sabanalamar.
	<i>Nodocarpea radicans</i> (Griseb.) A. Gray	H	C	CR 1	Cuba occ.	2-4-6	San Ubaldo, Santa Teresa.
Salicaceae	<i>Salix caroliniana</i> Michx.	A	Mcf	NE	Cuba occ.	4-5-6-7	Ciénaga de Los Negros.
Salviniaceae	<i>Salvinia auriculata</i>	H	Hdr	LC 3	PC	5-6-7	La Guanana.
	<i>Salvinia minima</i> Baker	H	Hdr	VU 1	NT	5-6	El Gato.
Scrophulariaceae	<i>Bacopa longipes</i> (Penn.) Standl.	H	Hdr	CR 1	P.R	4-5-6-7	La Herradura
	<i>Cheilophyllum microphyllum</i> Pennell.	H	C	EN 1	P.R	2-4	La Herradura, Los Carneros, Los Pretiles.
	<i>Encopelia tenuifolia</i> (Griseb.) Penn.	H	Tr	CR 1	P.R	4-5-6	Los Carneros.
	<i>Lindernia alterniflora</i> (C.Wright ex Sauvalle) Alain	H	C	EN 1	Cuba occ.	4-5-6	Ciénaga de Los Negros, Los Carneros.
	<i>Micranthemum callitrichoides</i> (Griseb.) C. Wright	H	C	NE	Cr	5-6-7	Bianquizal
	<i>Micranthemum reflexum</i> (C. Wright ex Griseb.) C. Wright	H	C	CR 1	P.R	4-5-6	Los Carneros.
	<i>Micranthemum rotundatum</i> C.Wright ex Griseb.	H	C	EN 1	Cuba occ.	4-5-6	La Herradura, Los Carneros.

<i>Simarouba</i> ceae	<i>Picrasma excelsa</i> (Sw.) Planch.	<b>A</b>	<b>Msf</b>	CR 5	Ant	1-3	Sabanalamar.
<i>Sphagnaceae</i>	<i>Sphagnum palustre</i> L.	<b>H</b>	<b>Hdr</b>	A 2	PC	5-6-7	Lagunas s.l.
<i>Sterculiaceae</i>	<i>Ayenia euphrasifolia</i> subsp. <i>euphrasifolia</i> Griseb.	<b>Ab</b>	<b>Nnf</b>	A 2	Cr	2-4-6	La Grifa.
	<i>Melochia savannarum</i> Britton	<b>H</b>	<b>C</b>	A 2	P.R	4-5-6-7	El Toro, Los Cameros
	<i>Melochia spicata</i> (L.) Fryxell	<b>H</b>	<b>C</b>	LC 2	NT	2-4	San Ubaldo, Sabanalamar
	<i>Waltheria arenicola</i> A. Rodríguez	<b>Ab</b>	<b>Nnf</b>	CR 5	P.R	2-4	San Ubaldo, Sabanalamar.
<i>Thelypteridaceae</i>	<i>Thelypteris interrupta</i> (Willd.) Wats.	<b>H</b>	<b>Hdr</b>	LC 3	P.R	2-4-5	El Toro, Los Cameros.
<i>Turneraceae</i>	<i>Turnera acaulis</i> Griseb.	<b>H</b>	<b>Hcf</b>	CR 1	P.R	4-5-6	La Herradura.
<i>Typhaceae</i>	<i>Typha domingensis</i> (Pers.) Kunth	<b>H</b>	<b>Hdr</b>	NE	PT	4-5-6-7-8	Lagunas s.l.
<i>Xyridaceae</i>	<i>Xyris ambigua</i> Beyr. ex Kunth	<b>H</b>	<b>Hcf</b>	EN 1	Cr	2-4-6	San Ubaldo, Sabanalamar.
	<i>Xyris bicarinata</i> Griseb.	<b>H</b>	<b>Hcf</b>	CR 1	P.R	2-4-6	San Ubaldo, Santa Teresa.
	<i>Xyris bissei</i> Urquiola & Kral	<b>H</b>	<b>Hcf</b>	CR 1	P.R	2-4-6	Santa Teresa, Sabanalamar.
	<i>Xyris caroliniana</i> Walter	<b>H</b>	<b>G</b>	CR 1	Cr	2-4-5-6	San Ubaldo.
	<i>Xyris ekmanii</i> Malmé	<b>H</b>	<b>Hcf</b>	CR 1	P.R	4-5-6-7	La Herradura, Alcatraz Chico, Los Cameros.
	<i>Xyris elliotii</i> Chapm.	<b>H</b>	<b>Hcf</b>	EN 1	Cr	1-2-4	San Ubaldo, Sabanalamar.
	<i>Xyris flabelliformis</i> Chapm.	<b>H</b>	<b>Hcf</b>	CR 1	Cr	2-4-6	Santa Teresa, Sabanalamar.
	<i>Xyris grandiceps</i> Griseb.	<b>H</b>	<b>Hcf</b>	CR 1	P.R	4-5-6	La Herradura, Jovero.
	<i>Xyris jupicai</i> Rich.	<b>H</b>	<b>Tr</b>	EN 1	NT	4-5-6-7	Lagunas s.l.
	<i>Xyris mantuensis</i> Urquiola & Kral	<b>H</b>	<b>Hcf</b>	CR 1	P.R	2-3-4	Los Pretiles.
	<i>Xyris navicularis</i> Griseb.	<b>H</b>	<b>Hcf</b>	EN 1	Cr	2-4-5-6	La Herradura, San Ubaldo, Santa Teresa, Sabanalamar.
	<i>Xyris paleacea</i> Urquiola & Kral	<b>H</b>	<b>Hcf</b>	CR 1	P.R	3-4-5	Laguna Santa María.
	<i>Xyris smaliana</i> Nash	<b>H</b>	<b>Hdr</b>	CR 1	Cr	4-5-6-7	La Herradura, Los Paredones.
<i>Zamiaceae</i>	<i>Zamia pygmaea</i> Sims	<b>H</b>	<b>G</b>	EN 5	Cuba occ	2-4-6	La Herradura, San Ubaldo, Sabanalamar.

Tabla 3. Flórula acuática y palustre de los humedales interiores sobre arenas cuarzosas de Pinar del Río

La composición florística total de las arenas blancas, según Urquiola (1987) contaba con 398 especies de las 458 reportadas según Samek (1973). Teniendo en cuenta que en la actualidad han ocurrido varios cambios con respecto a la taxonomía en diversos grupos; este estudio se centra en actualizar la presencia de las especies de la flora acuáticas y/o palustres, de acuerdo con la zona en la que se observan, asociadas siempre a los humedales interiores sobre arenas cuarzosas de Pinar del Río.

La investigación brinda como resultados, la presencia de 233 especies, agrupadas en 78 familias y 152 géneros; se determina que actualmente las familias más representadas son: *Cyperaceae* con 16 especies, *Eriocaulaceae* con 14 especies, *Poaceae* y *Xyridaceae* con 12 especies; todas ellas comparten la característica de tener hábito herbáceo; los géneros están encabezados por *Xyris* sp. que comparte el mismo para las 13 especies observadas de las 16 citadas



por Urquiola y Krall (2000). Las familias con mayor representación de endémicos son *Eriocaulaceae* con 11 especies, *Fabaceae* y *Xyridaceae* cinco especies. Es importante señalar que las tres especies reportadas dentro de la familia *Molluginaceae*, son endémicas de Pinar del Río. Algunos de los trabajos citados anteriormente, no tienen en cuenta los diferentes y marcados periodos hidrológicos (lluvia y sequía) que ocurren en esta zona y la relación directa que tienen estos, con la ubicación o no, de diferentes especies acuáticas y palustres distintivas de estos ecosistemas. Se determina que la presencia-ausencia de estos taxones está condicionada por la ocurrencia de lluvia en estas áreas y el nivel de saturación que alcance y mantenga el suelo. Solo Díaz et al. (1981), registra una lista de las familias, géneros y especies observadas durante una expedición realizada a varias localidades al norte y sur de la porción occidental cubana, pero se considera que la premura de una expedición en un

periodo de tiempo muy limitado, impide detectar la presencia o no, de estos taxones acuáticos y palustres, a pesar de mencionar familias como: *Droseraceae*, *Lentibulariaceae* y *Xyridaceae*.

Con respecto al hábito, se desarrolla una gran sinusia herbácea compuesta por 187 especies, que representan un poco más del 80% del total; dentro de las herbáceas, 62 especies son endémicas y representan un 33% de ellas; esto se debe a que el estrato de vegetación muy abierto permite la entrada directa de la luz solar y cuando baja el nivel del agua, estas amplias zonas son colonizadas por especies con este hábito, además de favorecer el endemismo por las extremas condiciones del sustrato.

El resto de la vegetación, que no encuentra condiciones favorables para su desarrollo, está compuesto por: 30 arbustos (13%), ocho árboles (3%), seis trepadoras (3%) y dos epífitas (1%); la escasez de estos últimos hábitos está condicionada por la ausencia de las especies que

proporcionan su desarrollo, solo *Acoelorrhaphe wrightii* facilita sobre él la existencia de *Dendrophylax porrectus* y *Copernicia glabrescens* a *Encyclia grisebachiana* en lugares cercanos a los diferentes cuerpos de agua donde la humedad es muy alta y estas especies encuentran un medio favorable para su desarrollo.

En consecuencia con la flora estudiada, el tipo biológico que predomina son las hidrófitas, con 63 especies, ya que encuentran en estas lagunas, ciénagas y tembladeras condiciones de humedad y encharcamiento de agua que convierte en el medio ideal para su desarrollo; continúan en orden descendente; caméfitas 38, hemiscriptófitas 37, nanofanerófitas 31, terófitas 23, geófitas 12, microfanerófitas 10, mesofanerófitas ocho, lianas herbáceas seis, helohidrófitas y epífitas herbáceas dos y solo una especie megafanerófitas. De las 233 especies relacionadas en este trabajo, están valoradas con alguna categoría de amenaza 183, que representan aproximadamente el 78%

del total de especies observadas. De estas 183 especies, Berazaín et al. (2005) y Urquiola et al. (2010) consideran En Peligro Crítico (CR) a 72 de ellas, estos datos ubican alrededor de un 40% de estas especies dentro de la categoría que antecede a la extinción en la vida silvestre (EX); como ya ocurre con el reporte de Urquiola et al. (2010) respecto a: *Myriophyllum sparsiflorum* (EX), *Eriocaulon minutissimum* (EX) y *Drosera brevifolia* (EX), que representan el 2% de las evaluadas, pero que activa una seria alarma, relacionada con la conservación de los demás taxones en el futuro; es importante agregar que más de la mitad de estas especies, son endémicas y se hayan al borde de la desaparición en la naturaleza, si no se toman medidas urgentes.

Berazaín et al. (2005), González-Torres (2007, 2008, 2009) y Urquiola et al. (2010) ofrecen indistintamente categoría de: En Peligro (EN) a 49 especies que representan el 26% y Vulnerable (VU) 25, para 14 %, la sumatoria de estas

categorías más sensibles, evidencia que la supervivencia en la vida silvestre de más del 80% de estas especies, está en una situación muy delicada, las extintas mencionadas anteriormente, no pudieron ser observadas en las visitas mensuales realizadas durante estos ocho años de estudio.

Se completan las cifras con las evaluadas como Preocupación Menor (LC) 32 especies, 17% y Datos Insuficientes (DD) 2 especies, 1%.

En general, todas ellas comparten la característica de haber sido colectadas en lugares donde, en la actualidad, existe una acción antrópica muy violenta, favorecida por el incremento de una actividad ganadera intensiva, la excesiva actividad de las empresas de explotación minera para extraer la arena con fines industriales y nuevas amenazas que ocurren a nivel de comunidades acuáticas y palustres que fueron verificadas durante el estudio como: la colmatación de los cuerpos de agua, proceso que ha favorecido la

desaparición de localidades típicas de colecta, lagunas y charcos intermitentes para lograr desarrollo de cultivos en tierra firme; la eutrofización de los cuerpos de agua, la pesca intensiva con artes masivas: redes, chinchorros, nasas y jamos rústicos, el vertimiento de hidrocarburos y lubricantes provenientes de los obsoletos motores de regadío que utilizan los lugareños, el relleno con otros sustratos en los paisajes que lo permiten, para aumentar las áreas destinadas a los cultivos, todo esto ha traído como consecuencia la desaparición de unos y el peligro de desaparecer para otros entornos y paisajes en estas áreas.

Estas cifras deben cambiar, de acuerdo con la posibilidad de evaluar las 50 especies que aún faltan por categorizar y que forman parte de la valiosa biodiversidad presente en estos ecosistemas.

En sentido general, el endemismo de esta zona ha sido objeto de análisis y siempre ha estado

relacionado a diversos factores: Marie-Victorin (1944) en las características fisionómicas y ecológicas de las comunidades acuáticas y terrestres presentes en la región, Alain (1953) al “levantamiento reciente de estas regiones, y la incidencia de las condiciones locales en procesos de especiación rápidos”, Bennet & Allison (1966) basaban sus argumentos en “los suelos oligotróficos”, Samek y Moncada (1971) “oscilaciones del agua”, Cejas & Herrera (1995) “el tipo de suelo determina la vegetación”.

Se demuestra en este trabajo que la diversidad de hábitats, la dinámica estacional de las especies acuáticas y palustres durante los periodos de humedecimiento-sequía que ocurren durante el año y la inestabilidad de algunos biotopos en este distrito, garantizan el escenario para los procesos evolutivos que condicionan la presencia de 79 especies endémicas de las arenas cuarzosas, cifra que representa casi un 34% de endemismo, solo de especies acuáticas y palustres del total

referidas en este trabajo, pero comparado con las 123 especies que ofrecen Urquiola *et al.* (2010) en general para el distrito Sabaloense, estas especies acuáticas y palustres representan un 64% de las amenazadas en la provincia; esto indica una evolución diversificada muy particular y definida, dentro de la flora acuática y palustre en estos ecosistemas. De acuerdo con Borhidi *com. pers.* (2015), la riqueza en endemismos de esta zona, no tiene que depender absolutamente de migraciones desde ecosistemas cercanos como los pinares sobre pizarras e incluso varias especies tiene muy poca relación con áreas aledañas, entre otros: *Euploca bursifera*, *Hydrocotyle pygmaea*, *Lechea cubensis*, *Eleocharis knutei*, *Zornia arenicola*, ya que estas no se encuentran fuera de los paisajes propios de la zonas de estudio; existen otros como: *Xyris grandiceps*, *Mayaca aubletii* o *Bacopa longipes* que solamente fueron observadas en “La Herradura”, una laguna que ostenta como



característica peculiar, la existencia de un tipo de balsa flotante, llamadas tembladeras, sobre las cuales existe una biodiversidad asombrosa y en ellas cohabitan varias de estas especies.

Es notable la diferencia al analizar las relaciones florísticas con el resto del país, ya que solo se reportan 14 especies endémicas para Cuba occidental, que representan el 6%, cuatro para Cuba occidental-central el 1.6%, *Crinum oliganthum*, *Ceratophyllum muricatum*, *Thalia geniculata*, *Marsilea polycarpa*. Existen reportes en su mayoría, de las familias: *Droseraceae*, *Eriocaulaceae* y *Xyridaceae*, los cuales fueron colectados anteriormente en sitios con sustratos semejantes de Villa Clara, Sancti Spiritus, Camagüey y Las Tunas, aunque es válido comentar que; en Villa Clara por ejemplo, muchas de estas colectas se consideran históricas (Noa com. pers) porque hoy en día no existen las localidades donde fueron observadas.

No se dispersan mucho las cifras relacionadas con las 15 especies pancubanas que significan alrededor de un 6% y que por su plasticidad ecológica logran sobrevivir sobre diferentes sustratos con requerimientos mínimos o desarrollarse en otros semejantes, que se encuentran en determinadas regiones de nuestro país.

Se demuestra la escasa proporción de este tipo de flora para el resto de nuestra isla, aunque es importante destacar que analizando estos datos de forma general, se considera que existe para toda Cuba un endemismo de aproximadamente el 48% de la flora acuática y palustre presente en las arenas blancas.

Al revisar los trabajos relacionados con el origen y evolución de la Isla de Cuba, recopilados por Borhidi (1996), se encuentra una analogía entre las floras de las Antillas y la de Cuba, pero al contrastar los datos aportados en este trabajo, solo nueve especies se relacionan con la flora

acuática y palustre y aportan un reducido 4%; en cambio para las Caribeñas con 51 especies y las Neotropicales 46 especies, si es elevada la relación aportando la primera el 21.4% y la segunda el 20% esto se debe a la analogía existente entre algunos de los ecosistemas de América tropical continental, el sur de los Estados Unidos, América central y las llanuras de arenas blancas de Pinar del Río y también responde a la relación de esta flora con el posible origen y formación del territorio cubano durante la división de la Pangea en Laurasia y Gondwana. En el caso de las Pantropicales 11 especies 5% y las Cosmopolitas cuatro especies 1.6%, en su mayoría han escapado de cultivo y logran perdurar en el tiempo al encontrar las condiciones mínimas, en algunos casos, o extremas en otros como *Osmunda regalis* encima de las tembladeras, para su desarrollo en diferentes hábitats.

La clasificación de paisajes geográficos utilizada (Novo com. per) permite realizar una

aproximación a la ubicación de las especies en cuestión, esta ubicación se considera muy diversa y complicada teniendo en cuenta que los taxones considerados como acuáticos y/o palustres comparten la composición de la vegetación en varios de ellos y un paisaje puede convertirse en otro, de acuerdo con la estación del año. El distrito Sabaloense forma parte de una llanura fluvio-marino acumulativa plana, con depresiones cárstico-sufosivas ocupadas por agua, que originan diversas lagunas y charcos permanentes e intermitentes, pantanos y ciénagas, por lo que la dinámica estacional de estas especies condiciona la presencia de ellas en estos paisajes. La categoría de paisaje **Tipo 4**, acoge 171 representantes, alrededor del 72% de la muestra total; la inundación estacional de este paisaje favorece a la ecología de cada una de las especies según sus requerimientos. Cuando el nivel de agua sobresaure el suelo y la laguna supera su capacidad de llenado, las *Cyperaceas* y

*Poaceas* que cubren este territorio dan lugar entonces en este paisaje a una vegetación profusa en hidrófitas solamente, y como parte de su adaptación al medio, despliegan rápidamente toda su belleza floral en sus partes aéreas *Nymphaea ampla*, *rubra* y *odorata*, *Nelumbo nucifera subsp. lutea*, *Brasenia schreberi*, *Nymphoides grayanum* entre otros; también es un buen momento para *Myriophyllum laxum* y *sparsiflorum* que unidos a *Utricularia juncea* y *foliosa* semejan una gran red, entrelazados en la capa de agua que cubre la depresión. El sobredimensionamiento de estos cuerpos de agua favorece la formación de charcos intermitentes en las áreas aledañas a la laguna y el desarrollo de muchas especies que se ven beneficiadas por la acumulación del agua en esas zonas, ejemplo más que evidente es la observación de endémicos como *Ludwigia stricta* y *Micranthemum rotundatum*, o raros como *Isoetes cubana*, que

han sido observados en lugares donde la actividad antrópica es muy fuerte.

Cuando comienza la sequía meteorológica (OMM 1994), ocurre un proceso de infiltración del agua a través de la arena, a las capas más bajas constituidas por calizas y arcillas, a partir de aquí, las especies palustres, *Pectis juniperina*, *Tetraperone bellioides*, *Heliotropium bursiferum*, *Burmannia bicolor*, *Drosera capillaris*, *Eriocaulon ekmanii* y *pseudocompressum*, *Lachnocaulon ekmanii*, *Syngonanthus androsaceus*, *Zornia arenicola*, *Utricularia resupinata*, *Acisanthera quadrata*, *Encopella tenuifolia*, *Melochia savannarum*, *Xyris bissei* y *X. ekmanii* inician su desarrollo aprovechando la materia orgánica que aportan las partes aéreas que se desprendieron de las hidrófitas arrastradas por el viento hacia la orilla y la presencia de agua por debajo de la superficie, lo que mantiene húmedo el sustrato y favorece su crecimiento y desarrollo. Cuando finalmente se llega al punto de sequía agrícola

(OMM 1994) la mayoría de estas especies desaparecen completamente y solo se mantienen *Cyperaceas* poco exigentes como: *Eleocharis cellulosa*, *Rhynchospora fascicularis* y *globosa*, *Scleria lacustris* y *baldwinii*

Estas condiciones climáticas obviamente se repiten para todos los paisajes y en los de la categoría del **Tipo 6**, que albergan 159 especies (67%), tienen la particularidad de que, la exclusión total de la lámina de agua puede determinar la presencia de acuáticas y palustres muy efímeras como: *Websteria confervoides*, *Cabomba furcata*, *Cerattophyllum demersum* o *Eleocharis minima* en contraste con otras palustres como: *Lindsaea cubensis*, *Paepalanthus alsinoides* subsp. *alsinoides* y *retusus*, *Syngonanthus lagopodioides*, *Caperonia palustris*, *Chamaecybe pinariona*, *Jatropha angustifolia*, *Sabatia grandiflora*, *Peltaea speciosa*, y *Phyllanthus echinospermus* entre otras.

El paisaje del **Tipo 5**, presenta un total de 147 especies (62%), la característica que define estos paisajes es la presencia de agua en el núcleo central de la laguna durante todo el año, esto posibilita que especies como *Echinodorus nymphaeifolius*, *Sagittaria intermedia* y *lancifolia*, *Hydrocotyle umbellata*, *Lemna perpusilla*, *Brasenia schreberi*, *Ceratophyllum muricatum*, *Utricularia foliosa*, *Nymphoides humboldtianum*, *Nelumbo nucifera subsp. lutea* y *Ludwigia octovalvis* entre otras, se puedan observar en cualquier época.

El correspondiente al **Tipo 2**, acumula un total de 106 especies (45%), la supervivencia de *Ilex cassine*, *Acoelorrhaphe wrightii*, *Colpothrinax wrightii*, *Aster grisebachii*, *Erigeron bellidiastroides*, *Tabebuia lepidophylla*, *Heliotropium antillanum*, *Hydrolea spinosa*, *Burmannia bicolor*, *Lechea cubensis*, *Kalmia ericoides var. ericoides*, *Pinguicula albida* y *Thespesia cubensis* entre otras, muestra que ellas



han logrado un mecanismo de adaptación a la inundación ocasional y sobreviven a estas momentáneas acumulaciones de agua sobre la superficie, en estos paisajes no existen depresiones significativas del relieve y por lo tanto el agua no se acumula durante mucho tiempo.

Las riberas lacustres vinculadas con el **Tipo 7**, con 70 especies (29%) están representados en su mayoría por taxones de origen neotropical que soportan una fuerte competencia entre ellas, como: *Typha dominguensis*, *Fuirena robusta*, *Rhynchospora fascicularis*, *Cyperus giganteus* y *haspan*, *Eleocharis cellulosa*, *Eriocaulon melanocephalum*, *Hypericum styphelioides*, *Hibiscus furcellatus*, *Ludwigia torulosa*, *Polygonum densiflorum* y *P. glabrum*.

En un último grupo se encuentran los paisajes con menor representación de especies ya que son menos comunes en estos ecosistemas, los del **Tipo 3**, con 29 especies (12%), tiene la peculiaridad de que su agua es salobre y se

observaron aquí *Eriocaulon sigmoideum*, *Paepalanthus retusus* y *seslerioides*, *Limnocharis flava*, *Miconia androsaemifolia*, *Pimenta adenoclada* y *Polygala omissa*.

Teniendo en cuenta la presencia del Río Cuyaguaje, cuyos bosques de galerías han sido casi totalmente antropizados y la escasa existencia de otros pequeños ríos y arroyos sobre arenas de cuarzo, los paisajes del **Tipo 8**, con 13 especies (5%) ocupan el penúltimo lugar de importancia con respecto al número de estas en los paisajes descritos. Por último los del **Tipo 1**, con 10 especies (4%), estos paisajes durante el periodo de lluvia intenso pueden llegar a inundarse varias veces, aquí siempre el escurrimiento es muy rápido y no afecta el normal desarrollo de las especies que viven en él, *Gymnanthes glandulosus*, *Colpotherinax wrightii*, *Malpighia wrightiana*, estos posibilitan el sostén de algunas trepadoras como: *Cynanchum savannarum*, *Cassytha filiformis* y *Galactia*

*isopoda* y en menor medida las herbáceas que aprovechan la humedad y la sombra como el caso de *Pinguicula albida* y *Drosera capillaris*.

Después de analizar los datos que se muestran en el Anexo 1, sobresale con 32 cuerpos de agua, el municipio Sandino, que contiene el 36% de las 88 visitadas y estudiadas. Se considera por una parte, que esto se debe a la conexión del río Cuyaguatete a través de canales que fueron construidos para evitar que en épocas desfavorables para la lluvia, varias lagunas como Los Indios Grandes y Chicos, Alcatraz Grande y Chico, El Jovero, El Pesquero y El Bufeo mantuvieran su espejo de agua para utilizarla en el regadío de los extensos campos de cítricos y cultivos varios que existían, además permitiera el abasto de agua, a la amplia red de escuelas en el campo que allí funcionaban y al poblado cabecera, esto trajo consigo que otros cuerpos de agua aledaños a estos se beneficiaran, debido a las características edáficas de este distrito, entre

otras: Palo Blanco, El Toro y Santa Bárbara garantizando que todavía existan.

Por otra parte, se considera que la colonización por *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arn. var. *africana* Brenan & Brummitt (marabú) de las vías de acceso, en estas áreas que fueron abandonadas, han dificultado, en combinación con la presencia del agua, el paso masivo de los humanos hasta estos ecosistemas y gracias a esto, hoy en día se conserven algunos relictos de vegetación original como la laguna La Herradura.

#### **4.3 Condiciones ecológicas generales, de los cuerpos de agua que componen los humedales interiores sobre arenas cuarzosas.**

Como se refleja en la revisión bibliográfica, en la mayoría de los trabajos publicados con anterioridad hace más de 60 años y aproximadamente casi 20 años para los últimos, relacionados con las arenas cuarzosas de Pinar del Río, es notoria la mención a las lagunas y a la

vegetación tan peculiar que crece en ellas y sus ecotonos por parte de sus autores; se manifiesta así con especial énfasis y se comparte ese criterio, a partir de Marie-Victorin (1944) con la elaboración de un mapa que ubica varias lagunas en la zona núcleo de la investigación y que coincide con algunos de los humedales, que conservan al menos, la propiedad de poseer un espejo de agua, aunque la vegetación en la actualidad, ha sido prácticamente arrasada de su interior y sus bordes; coincidimos de igual forma en la ubicación de las especies en sus perfiles de vegetación, pero no tiene en cuenta, como casi todos los trabajos relacionados con el tema (León, 1946), (Alain, 1953), (Borhidi & Herrera, 1977), (Díaz *et al.* 1981), (Urquiola, 1987), (Cejas & Herrera, 1995), (Borhidi, 1996), (Urquiola *et al.* 2010) y (Villate, 2011) las diferentes características que poseen los cuerpos de agua con respecto a sus ritmos de inundación, solo Samek y Moncada (1971), mencionan que debía existir relación entre

la vegetación y lo que ellos denominan oscilaciones del nivel de agua, pero tampoco analizan las diferencias entre las lagunas, para definir patrones de comportamiento en los niveles de inundación, en su estudio.

De acuerdo con Urquiola com. pers. (2004, 2006, 2008), Novo con. pers. (2010), Berzaín com. pers. (2012, 2013), siempre se ha asociado la presencia de varias especies acuáticas y palustres, a los diversos niveles de inundación de las lagunas, pero nunca se determina el patrón que siguen estos ecosistemas; solo empíricamente, en el caso de Urquiola y Novo, utilizan esta información para mencionar la observación de determinadas especies que se reportan en la zona.

Teniendo en cuenta los criterios anteriores de los especialistas consultados y los resultados obtenidos en las visitas realizadas a las 88 lagunas que forman el (Anexo 1), se definen para los humedales interiores sobre arenas cuarzosas

de Pinar del Río, cuatro tipologías de lagunas, basadas en sus ritmos de inundación.

1. Lagunas estacionales someras sobre arenas cuarzosas.

En esta categoría, se agrupa aproximadamente el 28% de las lagunas visitadas, se caracterizan por almacenar agua al menos una vez en el año, y el nivel de esta durante la estación lluviosa, no excede un metro de profundidad, por encima de la superficie del sustrato, aun cuando las precipitaciones son abundantes y la laguna sobredimensiona su aforo natural, Cuando esto ocurre, es común que se asocien a ellas, algunos charcos pequeños, en sus bordes. Estas lagunas en época de sequía, pierden por completo el agua superficial y semejan una llanura, rodeada en sus bordes por *Acoelorrhaphe wrightii*, *Colpothrinax wrightii* y *Chrysobalanus icaco*. En los primeros meses de la estación desfavorable, se pueden identificar estos ecosistemas, por la presencia de

una amplia riqueza de especies palustres en sus ecotonos.

2. Lagunas semiestacionales poco profundas sobre arenas cuarzosas.

En esta categoría, se agrupa aproximadamente el 33% de las lagunas visitadas, se caracterizan porque almacenan agua durante todo el año, pero que el nivel de esta, durante la estación lluviosa, no excede los dos metros de profundidad por encima de la superficie del sustrato, aun cuando las precipitaciones son abundantes y la laguna sobredimensiona su aforo natural. En estos ecosistemas, a medida que la estación de seca avanza, el agua se retira hacia el centro de la laguna, donde mantiene siempre un pequeño espejo de agua con presencia de especies hidrófitas como *Nymphaea ampla* y *Nymphaea odorata*. En comparación con la primera categoría, en los primeros meses de la estación desfavorable, disminuye la riqueza de especies palustres en sus ecotonos.



### 3. Lagunas semiestacionales sobre arenas cuarzosas con cenotes.

En esta categoría, se agrupa aproximadamente el 18% de las lagunas visitadas, se caracterizan por la presencia dentro del área de la laguna, de unos “cenotes” o “lagunas interiores” con profundidades que oscilan entre los 12 y los 14 metros, por debajo de la superficie del sustrato, estos mantienen el agua todo el año, y cuando la laguna pierde el agua por encima del sustrato en época de sequía; se unen a ellos, unas agrupaciones de grandes masas de materia orgánica turbosa, conocidas como “tembladeras” (Urquiola, 1987) estas “tembladeras” están formadas por un entramado de raíces, ramas, troncos de arbustos, restos de hojas, estiércol de ganado y turba que se deposita entre estas estructuras, esto le posibilita que cuando el nivel de agua comience a subir, este ecosistema se desprenda del suelo y funcione como un tipo de balsa flotante, errante por toda la laguna en época de lluvia, pero cuando

comienza a bajar el nivel de agua de la laguna y debido al peso que soportan, entonces quedan asociados a estos “cenotes” o “lagunas interiores” durante la sequía. Estas “tembladeras” se caracterizan por presentar una alta riqueza de especies palustres de varias familias como: *Mayaca aubletii*, *M. fluviatilis*, *Eriocaulon pseudocompressum*, *Osmunda cinnamomea*, *O. regalis*, *Thelypteris interrupta*, *Pontederia lanceolata*, *Acisanthera quadrata*, *Lachnanthes caroliniana*, *Xyris grandiceps*, *X. jupicai* y *X. ekmanii*, por su condición de mantener un sustrato húmedo, pero a la vez separado del agua, con alto contenido de materia orgánica.

#### 4. Lagunas permanentes

En esta categoría, se agrupa aproximadamente el 21% de las lagunas visitadas, se caracterizan porque almacenan agua durante todo el año y exceden los dos metros de profundidad, en relación con la superficie del sustrato. Cuando las precipitaciones son abundantes y la laguna

sobredimensiona su aforo natural, provoca inundaciones que pueden mantenerse por varios días; aquí se incluyen varios cuerpos de agua como Los Indios, Jovero, Alcatr z por solo mencionar algunos, que son considerados en la actualidad como presas artificiales, debido a que reciben agua de una serie de canales artificiales, que fueron creados para asegurar la disponibilidad de regadío de los grandes campos de cítricos y tabaco rubio, dar agua al ganado y abastecer del preciado líquido a los centros educacionales. En estos ecosistemas la riqueza de especies es muy pobre, solo algunas especies acuáticas de los géneros *Nymphaea* y *Nelumbo* y palustres de los géneros *Hydrolea* y *Polygonum*, a pesar de haber sido considerados en el siglo pasado, como "*locus clasicus*" de muchas colectas (Marie-Victorin, 1944), (Díaz *et al.* 1981), (Sánchez & Urquiola, 1985), (Urquiola, 1987). Se ofrecen a continuación dos perfiles, que muestran las características que encierran las

categorías otorgadas a las diferentes lagunas, con respecto a los patrones de inundación de acuerdo con las estaciones de seca y lluvia, que se presentan en diferentes intervalos durante el año (Figuras 13 y 14).

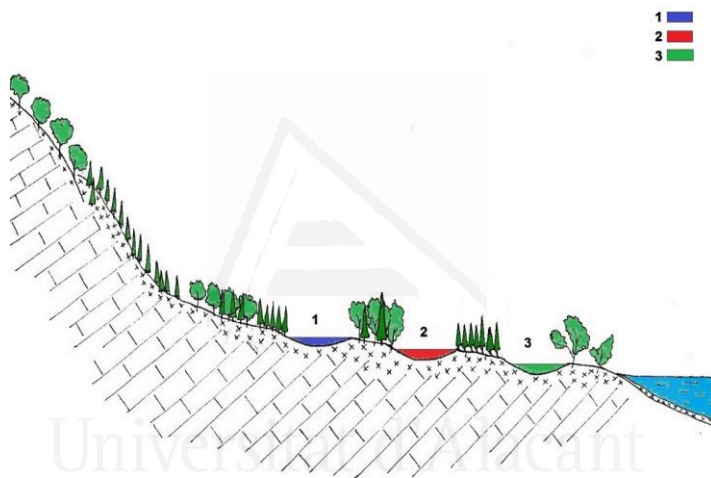


Figura 13. Niveles de inundación en lluvia.

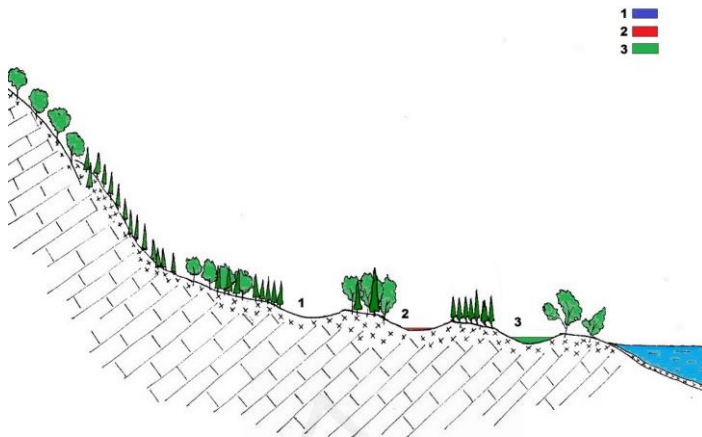


Figura 14. Niveles de inundación en seca

A continuación se exponen, de acuerdo con las categorías expuestas, las tres lagunas objeto de estudio, las Lagunas permanentes no se tienen en cuenta, por los criterios explicados en su descripción.

#### 1- Laguna estacional somera (**Los Carneros**)

Este humedal ocupa un área de 1,75 km<sup>2</sup>, se localiza en los 84° 00' 18" de latitud norte y los 22° 06' 42" de longitud oeste, forma parte del área núcleo de Santa Teresa (Anexo 2), área protegida, que corresponde a la Reserva Florística Manejada

San Ubaldo-Sabanalamar (Anexo 2), por lo que la acción antrópica se considera leve, esta reserva se ubica entre las latitudes N 22° 03' 50" y N 22° 09' 56" y las longitudes W 83°57'59" y W 84°03'20", ocupando la parte baja del tercio inferior del río Cuyaguaje y el arroyo Sábalo. (Figura 15).

2- Laguna semiestacional poco profunda **(El Toro)**

Este humedal ocupa un área de 1,96 km<sup>2</sup>, se localiza en los 84° 00' 52" de latitud norte y los 22° 03' 48" de longitud oeste, está ubicado en la zona de amortiguamiento, la presencia de ganado vacuno es frecuente y la acción antrópica se considera moderada, ya que limita por el este, con la carretera a Cortés, que representa también el límite por el oeste, del Área Protegida de Recursos Manejados "San Ubaldo", que corresponde a la Reserva Florística Manejada San Ubaldo-Sabanalamar (Figura 15).

### 3- Laguna semiestacional con cenotes **(La Herradura)**

Este humedal ocupa un área de 9,7 km<sup>2</sup>, se localiza en los 84° 10' 47" de latitud norte y los 22° 00' 59" de longitud oeste, está ubicado en una zona con ganadería vacuna y caprina intensiva y la acción antrópica se evalúa de severa, ya que no se encuentra ni siquiera cerca de los límites de ningún tipo de área con alguna categoría de protección. Se considera como aspecto positivo en la conservación de este ecosistema, lo complicado que se torna el acceso hasta su ubicación. (Figura 15).

Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

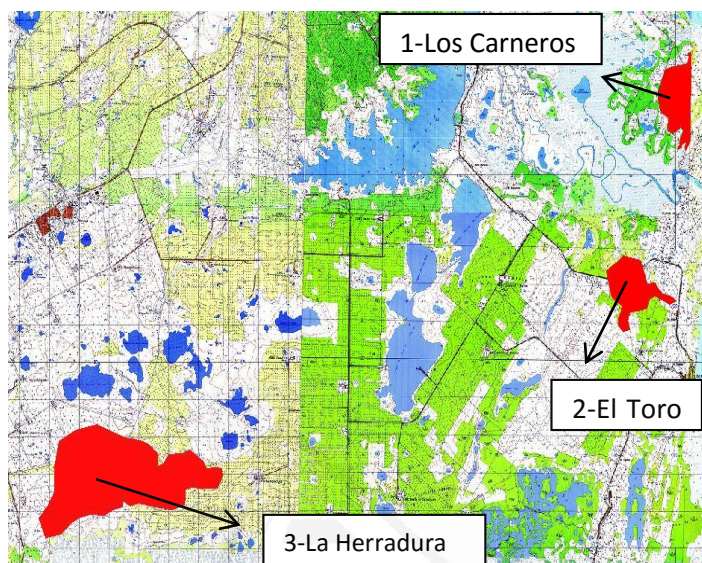


Figura 15. Ubicación de las lagunas objeto de estudio.

Esta clasificación se fundamenta en un análisis de correspondencia entre las lagunas objeto de estudio y los intervalos de los niveles piezométricos a partir del criterio de la Regla de Sturges; se añade también al análisis, el comportamiento del número de individuos en las tres lagunas durante los ocho años de investigación (Tablas 4 y 5).



Dimensión.	Valor propio	Inercia	Chi-cuadrado	Sig.	Prop. De Inercia		Confianza Valor Prop.	
					Explicada	Acumulada	Desviación Típica	Correlación 2
1	,767	,588			,897	,897	,001	,343
2	,260	,068			,103	1,000	,003	
Total		,656	94540,22	,000 <sup>a</sup>	1,000	1,000		

Tabla 4. Examen de los puntos de fila<sup>a</sup>

Laguna	Masa	Puntuación en la dimensión		Inercia	Contribución				
		1	2		De los puntos a la inercia de la dimensión		De la dimensión a la inercia del punto		
					1	2	1	2	Total
Los Carneros	,248	-1,356	,408	,360	,594	,158	,970	,030	1,000
El Toro	,441	,835	,304	,247	,401	,157	,957	,043	1,000
La Herradura	,311	-,105	-,757	,049	,004	,685	,054	,946	1,000
Total activo	1,000			,656	1,000	1,000			

Tabla 5. Tablas de Correspondencia y Asociación General

Estos resultados se complementan, al demostrar que existen diferencias significativas con respecto al comportamiento de cada laguna con relación a los diferentes niveles de inundación que poseen y también con respecto al número de individuos que se pueden encontrar en cada una de ellas, ya que

los puntos que representan a cada una de la lagunas, se separan por completo en los tres planos, lo mismo ocurre para los puntos extremos en la densidad de individuos que se toma en cuenta para su estudio (Figura 16).

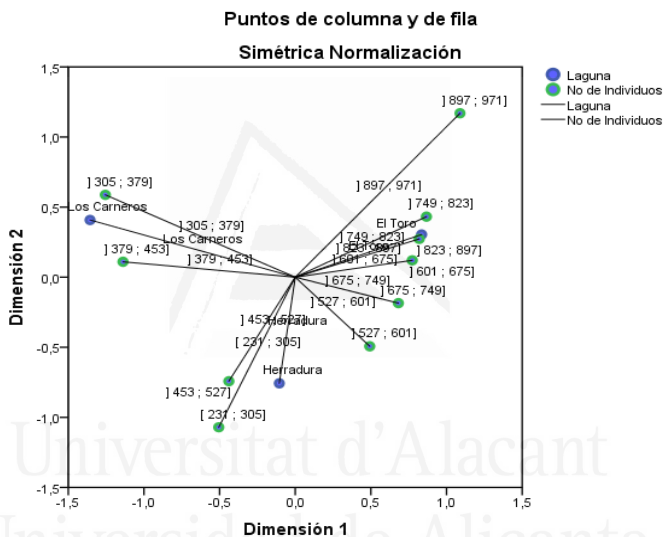


Figura 16. Análisis de correspondencia entre las lagunas.

### 4.3.1 Descripción del medio natural en la zona de estudio.

#### 4.3.1.1 Clima

De acuerdo con Novo & Luís (1989), el clima para la región donde se encuentran las tres

lagunas objeto de estudio es tropical, y se caracteriza por el comportamiento de las siguientes variables meteorológicas:

#### **4.3.1.1. a) Radiación Solar:**

La zona presenta altos valores de radiación solar global. El período de septiembre a febrero promedia 15.2 MJ/m<sup>2</sup> por día, mientras que desde marzo hasta agosto, el valor medio es de 21.0 MJ/m<sup>2</sup> (I.C.G.C. 1987)

Insolación:

El acumulado anual de horas-luz (h/l) alcanza las 2 532 h/l. En los meses de junio a enero, la insolación es de 7.1 h/l como promedio diario y el acumulado alcanza las 1479 h/l. Diciembre es el mes con los valores más bajos (media de 6.7 h/l). En la primera decena del mismo se produce el mínimo decenal inferior, con 6.0 h/l.

En cambio, desde febrero hasta mayo se registran los valores más altos del promedio de insolación, con una media de 8.6 h/l, en relación con una menor frecuencia de días nublados o con lluvia, y

con los acumulados más bajos de precipitaciones. En abril se presenta el máximo, con 9.3 h/l como promedio, y la primera decena de este mes llega a las 10.0 h/l, resultando también la de mayor insolación en el año. En el período febrero a mayo se presenta un acumulado de 1 053 h/l.

#### **4.3.1.1. b) Régimen Térmico:**

En la zona de estudio, los valores extremos de temperatura tienen un importante papel en las condiciones climáticas durante todo el año; la proximidad a la zona de corrientes marinas cálidas es un factor importante en el establecimiento del régimen térmico de este territorio (Figura 17).

En el área la temperatura media anual es de 22.0 grados Celsius (°C), con el máximo en junio y julio (26.6°C) y el mínimo en enero (21.1°C). La oscilación media mensual de la temperatura llega hasta 10.8°C en abril, máximo valor durante todo el año, mientras que el mínimo se registra en octubre, con 8.7°C.

La temperatura máxima absoluta registrada es de 36.1°C, el 24 de julio de 1988. Por otra parte, la temperatura mínima absoluta reportada ha sido de 4.0°C, ocurrida en de diciembre de 2010.

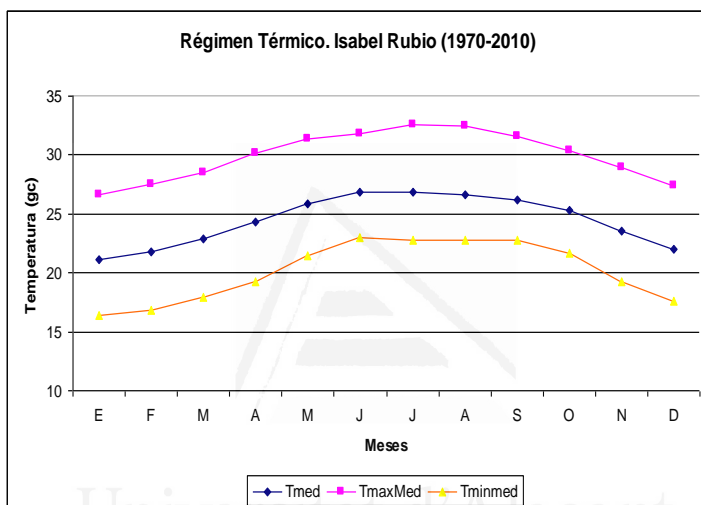


Figura 17. Variación anual de las temperaturas media (Tmed), máxima media (Tmaxmed) y mínima media (Tminmed) en Sandino. Estación Meteorológica Isabel Rubio (1970-2010).

#### 4.3.1.1. c) Nubosidad:

La nubosidad media anual es de 4 octavos (Tabla 6), con totales de días nublados que oscilan entre 90 y 116 al año.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Anual
3	3	3	3	4	5	4	4	5	4	3	3	4

Tabla 6. Nubosidad media mensual y anual (octavos) en la estación de Isabel Rubio. Período 1970-2010.

La temporada de mayor cantidad de días nublados se extiende desde junio hasta finales de septiembre, con valores que oscilan entre 12 y 14 días. La coincidencia con el período lluvioso del año, está en correspondencia con el período de mayor calentamiento diurno y mayor afectación por los organismos tropicales.

En el período poco lluvioso tanto la nubosidad media como la cantidad promedio de días nublados disminuyen sensiblemente, hasta 4 y 6 días mensuales respectivamente. En esta etapa, la nubosidad se asocia a la presencia de organismos de la circulación atmosférica extratropical, áreas de bajas presiones, sistemas frontales, entre otros (Figura 18).

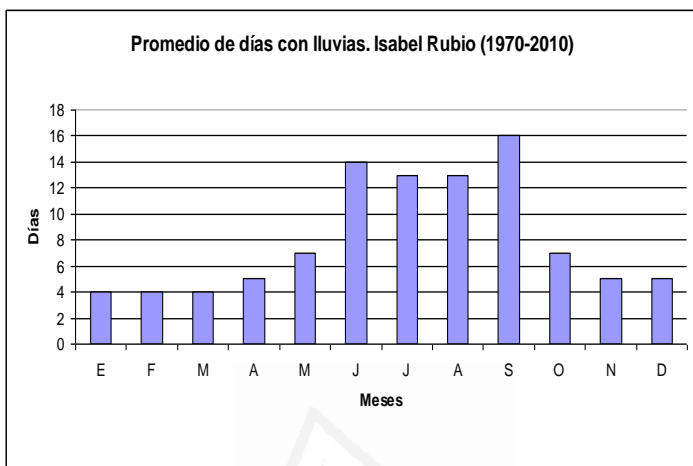


Figura 18. Marcha anual de días con precipitaciones (mayor a 1 mm). Isabel Rubio. Período 1970-2010.

#### 4.3.1.1. d) Precipitaciones:

En la región de estudio el acumulado total anual es de 1322.8 mm en Isabel Rubio. Cada cinco años aproximadamente se produce un déficit del 20% del acumulado anual de precipitación en la región.

El régimen de lluvias está bien definido con un período poco lluvioso y otro lluvioso. El período poco lluvioso se extiende de noviembre a abril, y se precipita aproximadamente el 25% del acumulado total anual con un promedio entre

cuatro y siete días con precipitaciones cada mes. Los meses menos lluviosos son: diciembre, febrero y enero con 45.9mm, 48 mm y 52.5 mm respectivamente (Figura 19). Las lluvias están condicionadas por la interacción de los sistemas extra tropicales con el trópico, que propician la llegada de los frentes fríos por la parte más occidental de la provincia, coincidente con las áreas de estudio, por donde primero llegan con hondonadas pre frontales asociadas, que en ocasiones generan eventos de tormentas eléctricas, precipitaciones abundantes y fuertes vientos. Las hondonadas pre frontales son más frecuentes en los meses de marzo hasta abril, asociadas a frentes clásicos, moderados o fuertes (Figura 19).

El período lluvioso se extiende de mayo a octubre con aproximadamente 1700 mm siendo el 75% del total de lluvia anual con un promedio entre siete y 16 días con precipitaciones cada mes. Los meses que más precipitan en este período son



septiembre, agosto y junio con 276mm, 176 mm y 174 m en ese orden, no obstante agosto es bastante lluvioso condicionado por la influencia de los ciclones tropicales. En julio ocurre una disminución de las lluvias a causa del reforzamiento del anticiclón del Atlántico Norte, que inhibe los procesos convectivos en la provincia (Figura 18). En el período lluvioso las lluvias son propiciadas en su mayoría, por los organismos tropicales que llegan a la provincia, las ondas tropicales, hondonadas, huracanes y actividad convectiva por el fuerte calentamiento después del mediodía.

Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

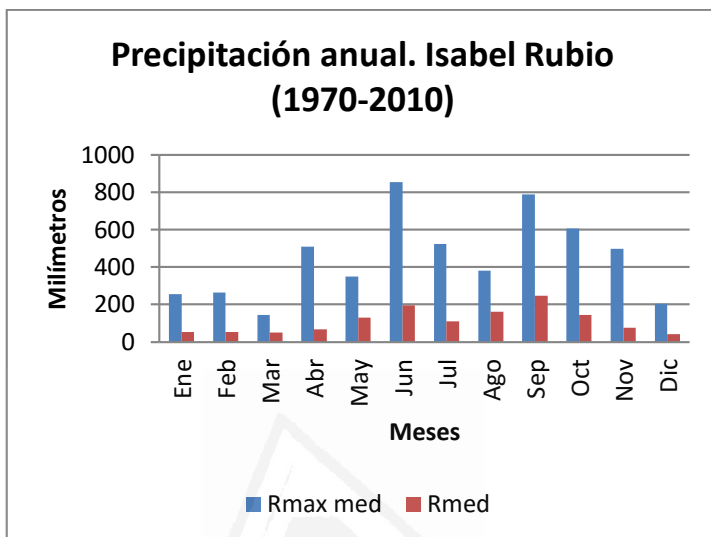


Figura 19. Marcha anual de las precipitaciones. Rmaxmed (lluvia máxima media), Rmed (lluvia media). Isabel Rubio (1970-2010)

#### 4.3.1.1. e) Lluvias intensas:

Pueden ocurrir en cualquier momento del año (mayor a 100 mm en 24 horas) y se asocian fundamentalmente a los ciclones tropicales, sistemas frontales, ondas tropicales y por otros fenómenos que al interaccionar producen intensas precipitaciones. En cuanto a los ciclones tropicales las lluvias están condicionadas por la posición de aproximación y la velocidad de

traslación. Por lo general si el centro del ciclón se ubica al oeste en un radio de 150 km, el área de lluvias intensas es más probable que en otra posición. La intensidad del fenómeno es también importante, ya que los de menor fuerza generan los mayores acumulados.

En el área de estudio el acumulado máximo mensual de lluvia registrado es de 787.7 mm en septiembre de 2002, seguido de junio con 655.5 mm en 1992.

#### **4.3.1.1. f) Sequía meteorológica:**

La sequía ha sido uno de los eventos meteorológicos más nocivos que ocurre en la provincia y después de los huracanes es el fenómeno que más daños causa a la economía y a la población del territorio.

Nuestro territorio no está exento de estos fenómenos que por definición es: “Un período de condiciones meteorológicas anormalmente secas, suficientemente prolongado como para que la falta de precipitaciones cause un grave desequilibrio

hidrológico”. Por lo tanto, eventos de sequía de cualquier tipo puede presentarse en cualquier época del año, siempre que exista un déficit en las precipitaciones que disminuyan las condiciones de humedad del suelo, el manto freático o las aguas superficiales.

De acuerdo con los resultados de investigaciones, se ha podido destacar que los déficits en los acumulados anuales de las lluvias clasificados como moderados y severos se duplicaron en el periodo 1961-1990, respecto al período anterior 1930-1960 (Lapinel *et al.* 1998). Se registraron eventos extremos en los años 60 y 70, y de 1984 a 1986, entre otros. En la década de los años 90 las afectaciones ocurridas en los veranos de 1993, 1994 y 2000 fueron muy notables. Posteriormente se han presentado de sequía de gran significación, destacándose el evento del 2004 (evento muy crítico en toda Cuba) y en 2009 que fue el más agudo para los últimos 50 años (Figura 20).

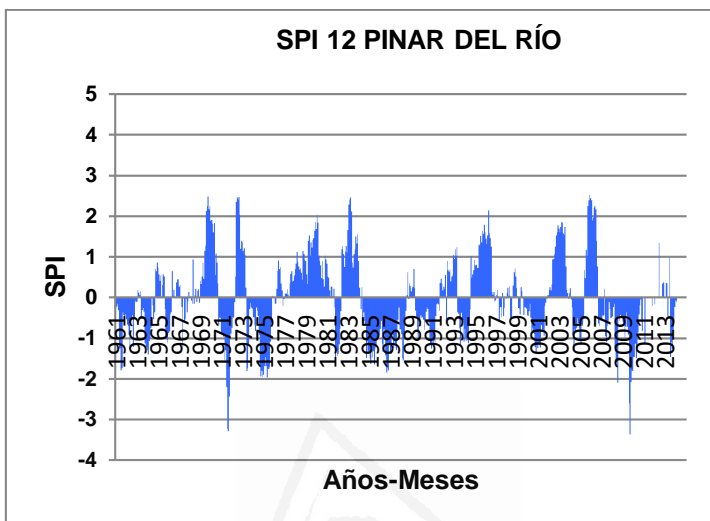


Figura 20. Evaluación anual de los valores del índice de precipitación estandarizado (Spi), indicador del comportamiento de los acumulados de precipitaciones para 12 meses respecto a la norma histórica (1971-2000) en Pinar del Río.

Entre los eventos de sequía más significativos está el ocurrido desde el período poco lluvioso noviembre de 1960 hasta abril de 1963, persistió alrededor de 40 meses con déficit de lluvias catalogados en extremos por debajo de la norma. Este evento se extendió por todo el país y los déficits alcanzaron cifras superiores a los 600 mm.

Otro evento de sequía importante ocurrió en el año 2003 al 2005 que tuvo una duración de 24 meses consecutivos, siendo uno de los eventos más intensos que se haya conocido, desde que se dispone de registros confiables de lluvia en el país.

#### **4.3.1.1. g) Días con tormentas eléctricas:**

Al encontrarse dentro de la franja tropical, Pinar del Río es frecuentemente afectado por áreas nubosas que traen consigo tormentas eléctricas con chubascos y turbonadas. Eventos que resultan sucesos frecuentes en una gran parte del año, asociados con los ciclones tropicales, líneas de tormentas prefrontales, ondas tropicales fuertes, frentes fríos, calentamiento diurno sobre todo en el periodo lluvioso. Las tormentas pueden ocurrir casi de manera simultánea en numerosas ocasiones, y se forman generalmente en muy pocas horas dentro de una región determinada.

El período de mayor cantidad de días con tormentas ocurre entre Mayo (segunda quincena) y octubre, con 21 a 26 días con tormentas. En el

resto del año el promedio de días con tormentas es sólo uno (Tabla 7).

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
1	1	1	1	10	21	26	26	26	11	1	0

Tabla 7. Promedio de días con tormentas eléctricas. Período 1970–2010. Estación Meteorológica Isabel rubio. Municipio Sandino. Pinar del Río.

#### 4.3.1.1. h) Humedad relativa:

El período de mayor humedad se extiende desde junio hasta noviembre, con valores que oscilan entre 81 y 86 %, en coincidencia con la temporada lluviosa del año (Tabla 8).

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
78	77	74	73	76	80	79	81	84	81	80	79

Tabla 8. Humedad relativa media mensual (%) en Isabel Rubio. Período 1970-2010.

Como se observa en la tabla, el período de menor humedad está comprendido entre los meses de diciembre a marzo, por la influencia de las altas presiones continentales con aire frío y seco sobre la región y el retiro del anticiclón del Atlántico.

#### **4.3.1.1. i) Régimen de vientos:**

Correspondiente a la estación de Isabel Rubio, se utilizaron los datos tri horarios del período de los últimos 40 años (1970-2010). Para ello se analizó el viento en dirección y fuerza (Tabla 9), teniendo en cuenta su comportamiento cada tres horas en los diferentes horarios de las observaciones meteorológicas. También se hizo el análisis mensual y anual, la velocidad promedio, el porcentaje de calmas. Se confeccionaron tablas de frecuencias en diferentes intervalos de clases teniendo en cuenta la fuerza y finalmente se graficó la distribución del viento por clases, además de confeccionarse las rosas de vientos para cada mes.

Para el análisis anual solo se tomaron los horarios correspondientes al día, teniendo en cuenta que durante la noche y la madrugada, en la mayoría de los casos hay un predominio de vientos inferiores a 15 kilómetros por hora y calmas.



Rumbos	Dirección del viento (grados)		Rumbo	Dirección del viento	
1	N	348,75 - 11,25	9	S	168,75 - 191,25
2	NNE	11,25 - 33,75	10	SSW	191,25 - 213,75
3	NE	33,75 - 56,25	11	SW	213,75 - 236,25
4	ENE	56,25 - 78,75	12	WSW	236,25 - 258,75
5	E	78,75 - 101,25	13	W	258,75 - 281,25
6	ESE	101,25 - 123,75	14	WNW	281,25 - 303,75
7	SE	123,75 - 146,25	15	NW	303,75 - 326,25

Tabla 9. Rumbos utilizados por el análisis de la dirección del viento.

Las calmas representan el 35 % del total de los casos y su mayor frecuencia es en horas de la madrugada entre la una y las siete de la mañana, para un 56 % en este horario. Esta dirección del viento es también frecuente en horas de la noche, en este caso para el horario de las 10 de la noche el 59 % representa las calmas.

En el 25 % de los casos, los vientos tienen velocidades alrededor de los 18 Km/h con predominio de región sudeste, y en un 50 %, la velocidad del viento es de aproximadamente ocho km/h con dirección predominante del Este y el restante 25 %, corresponde a un predominio de las calmas y vientos inferiores a los 15 Km/h.

#### **4.3.1.1. i) Análisis mensual del viento:**

En nuestra provincia el régimen normal de vientos está conformado básicamente por la influencia del anticiclón subtropical oceánico Azores-Bermudas, que genera los vientos de región este, y por los fenómenos de escala local como la brisa y el terral en regiones costeras. Este régimen “normal” del viento es perturbado por la ocurrencia de los disturbios meteorológicos antes mencionados, causando los valores de la velocidad máxima del viento.

Durante casi todo el año hay un predominio de vientos de región este, por la influencia de la

dorsal del Anticiclón del Atlántico Norte en la región.

Solo en los meses de marzo hasta junio, este se debilita ligeramente dando paso a las bajas extratropicales, que inclinan el viento a un componente más al sudeste incrementándose a su vez la velocidad media del viento en este período (Tabla 10).

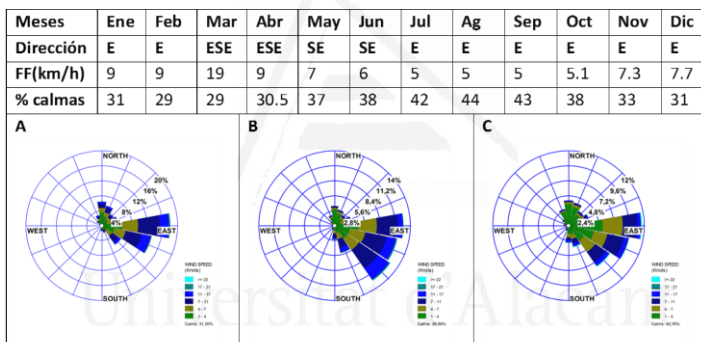


Tabla 10. Promedio mensual del comportamiento del viento y rosa de los vientos medios mensuales correspondientes a los meses de enero (A), abril (B) y septiembre(C). Isabel Rubio (1070-2010).

#### 4.3.1.1. k) Análisis anual del viento:

En el 26 % de los casos, la velocidad del viento está entre 1.8 y 8 Km/h, también con una alta

frecuencia de vientos con velocidades que oscilan entre los 13 y 20 Km/h, este último con un 25 %. La dirección predominante en el año es del este al sudeste con 19 % y una frecuencia elevada de vientos del este (17 %).

La velocidad promedio esta alrededor de los 12 Km/h y los periodos de calmas representan el 14% (Figuras 21 y 22).

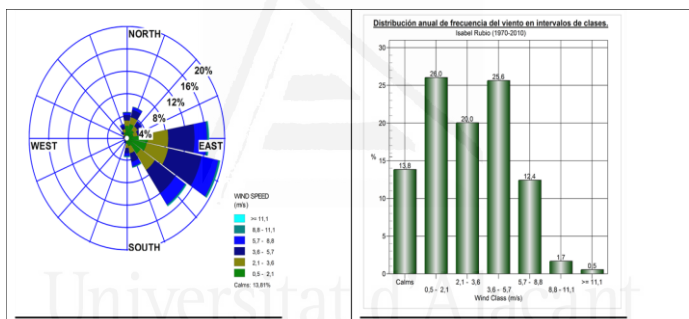


Figura 21. Distribución media anual de la dirección y velocidad del viento en Isabel Rubio. Período 1970 – 2010.

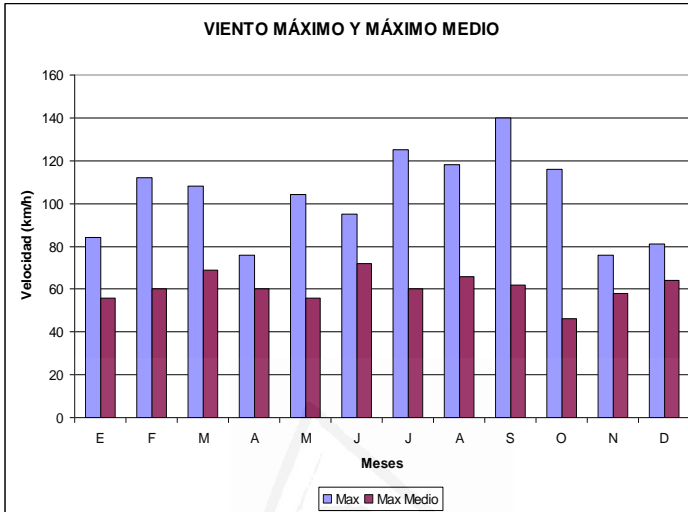


Figura 22. Comportamiento medio mensual de la velocidad máxima media y valores de viento máximo registrados en Isabel Rubio. Período 1970 – 2010.

#### 4.3.1.1. I) Eventos meteorológicos tropicales:

En Cuba, la temporada ciclónica se extiende desde el 1 de junio hasta el 30 de noviembre. Pinar del Río, por su localización geográfica en la región occidental, es un territorio muy expuesto a las trayectorias de los huracanes, de 135 huracanes que de una u otra forma han afectado a la provincia en el siglo XX, 63 tocaron tierra

pinareña con sus vórtices o región central, para un 46.6 %.

En un período de 119 años (1881-2000) la frecuencia de afectación por tormentas tropicales es mayor en el mes de agosto (41 %) mientras que los huracanes se presentan principalmente durante los meses de octubre (35 %) y septiembre (30 %).

A partir del comienzo del XXI, nuestra provincia también ha sido impactada por varios fenómenos naturales de varias magnitudes, que influyen sobre todo en la vegetación y en los niveles de agua que pueden almacenar las lagunas; de esta manera en septiembre de 2004 el huracán Iván, azotó el extremo occidental de Pinar del Río, con vientos sostenidos hasta 193 km/h y ráfagas superiores a 230 km/h, no se reportaron pérdidas de vidas humanas, pero el daño al medio natural fue considerable, sobre todo en el extremo occidental de la península de Guanahacabibes, un

poco más al oeste, solo se reportaron algunas lluvias sin trascendencia.

En junio de 2005, la Tormenta tropical Arlene, provocó fuertes lluvias en casi toda la provincia y pusieron fin a una sequía récord en Cuba, a la cual ya se hizo referencia; unos meses después, en octubre, el Huracán Wilma con categoría dos, dejó su huella en nuestro territorio con abundantes lluvias; también en junio, pero de 2006 y 2007, provocaron varias lluvias las Tormentas tropicales Alberto y Barry, aunque esta última, con valores superiores a los 200 mm en 24 horas.

Entre agosto y septiembre de 2008, el huracán Gustav, considerado como segundo mayor huracán de la temporada de huracanes en el Atlántico en ese año, provocó serios daños a Pinar del Río, Isla de la Juventud y La Habana, donde se reportaron inundaciones de grandes magnitudes y la caída de numerosos árboles. Las autoridades cubanas afirmaron que Gustav ha sido el peor huracán que ha azotado a la isla en

los últimos 50 años; en ese mismo mes, diez días después, también impactó a la provincia el huracán Ike, que al encontrar el suelo saturado, provocó severas inundaciones por varios días, con precipitaciones que oscilaban entre los 300 y los 500 mm de lluvia.

En noviembre del año 2009, el huracán Ida, registra intensas precipitaciones principalmente en la parte oeste de la provincia, las lluvias provocaron el desborde del río Cuyaguatzeje, cuya cuenca es la más extensa de la región, inundando y aislando la localidad de Isabel Rubio, en 24 horas se registran un promedio de 179,6 mm en la región.

El viento máximo registrado en Isabel Rubio asociado a los huracanes es de 140 Km/h. Sin embargo, el record de velocidad máxima del viento registrado en la provincia de Pinar del Río por un huracán, corresponde al Huracán Gustav el 30 de agosto de 2008, en la estación meteorológica Paso Real de San Diego con una



racha superior a los 340 km/h, que descompuso el equipo que se utiliza para su medición

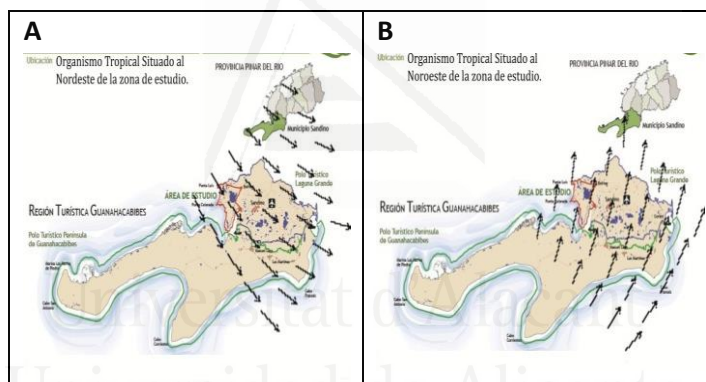
La probabilidad de afectación por rachas máximas de vientos de diferentes velocidades asociadas de los ciclones tropicales, con sus respectivos períodos de retorno (Tabla 11). Los huracanes que más afectan al occidente de la provincia son aquellos con categoría uno en la escala de Saffir–Simpson (vientos sostenidos entre 118 y 153 Km/h).

RACHA MÁXIMA DEL VIENTO* (Km/h)	PROBABILIDAD	PERÍODO DE RETORNO
115	20%	5 años
143	10%	10 años
164	5%	20 años
170	4%	25 años
193 - 246	2%	50 años
219 - 291	1%	100 años

Tabla 11. Probabilidad de afectación por rachas máximas de vientos

Ante la presencia de un huracán, la dirección del viento (Figura 23), en el área donde se encuentran las lagunas objeto de estudio, estará en correspondencia con la posición que ocupa el centro del huracán y la velocidad de los vientos

depende de la distancia del centro del huracán. De forma general, la posición que mayor afectación producen los fuertes vientos, es cuando el huracán pasa a una distancia aproximada entre 50 y 150 km al oeste de las lagunas, ya que el área que ocupan correspondería al sector derecho del organismo, donde se localizan siempre las bandas con nublados y lluvias de mayor intensidad.



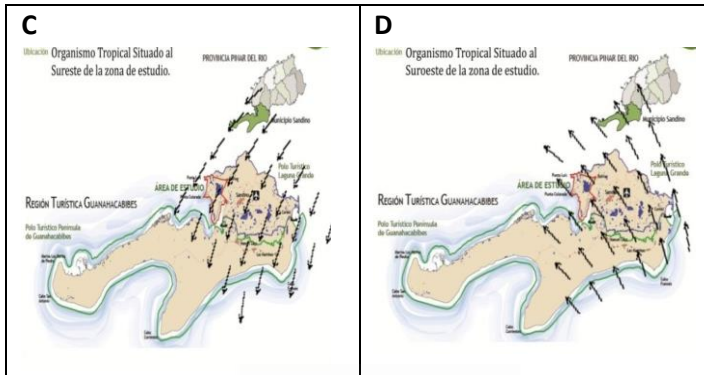


Figura 23. Dirección predominante del viento en la zona objeto de estudio, en dependencia de la posición del centro del huracán. Centro del huracán al nordeste (A), centro del huracán al noroeste (B), centro del huracán al sureste (C), centro del huracán al suroeste (D).

#### 4.3.1.1. m) Indicadores bioclimáticos:

La Temperatura efectiva (T.E) y la temperatura efectiva equivalente (T.E.E), constituyen índices de sensación térmica, los cuales son de amplio uso en el mundo y han sido recomendados para su utilización tanto en la faja tropical como en latitudes medias.

Estos datos que se ofrecen, aportan información importante para la investigación, y se considera que se deben tener en cuenta en estudios

posteriores, para vincularlos con el comportamiento de las especies en la zona, ya que los intervalos de estos valores, representa la sensación térmica del cuerpo humano y cómo reaccionará a dichas condiciones (Tabla 12).

<b>Sensación</b>	<b>Intervalo de valores de T.E – T.E.E</b>
Muy fría	$\leq 12.0$ °C
Fría	12.1 - 17.0 °C
Fresca	17.1 - 22.0 °C
Confortable	22.1 - 25.0 °C
Calurosa	25.1 - 28.0 °C
Muy calurosa	$> 28.0$ °C

Tabla 12. Intervalos de temperatura y su sensación térmica.

La T.E y T.E.E reflejan el efecto combinado de la temperatura, humedad relativa y velocidad del viento, en las sensaciones térmicas que percibe una persona bajo actividad física ligera, vestida con ropa habitual de verano, situada en el interior de las edificaciones (TE) o en exteriores a la sombra, con influencia del viento (T.E.E). La valoración temporal y espacial de las características bioclimáticas, tiene aplicación en

diferentes estudios de gran interés turístico, social o medioambiental.

En el comportamiento anual de la temperatura efectiva y efectiva equivalente condiciones confortables y frescas para el cuerpo humano se corresponde con los meses del período poco lluvioso o invierno (Tabla 13), sobre todo en horas de la mañana y al atardecer cuando las temperaturas son más frescas.

<b>M es \n dic</b>	<b>T.E</b>	<b>Sensac ión Térmic a</b>	<b>T.E.E</b>	<b>Sensac ión Térmic a</b>	<b>Tens ión Vap or</b>	<b>Índi ce Calo r</b>	<b>Clasific ación</b>
<b>En</b>	20,1	Fresca	17,4	Fresca	14,6	0	No
<b>Fe</b>	20,5	Fresca	17,8	Fresca	14,6	0	No
<b>M</b>	21,7	Fresca	18,9	Fresca	15,5	1	Débil
<b>Ab</b>	22,8	Confor	20,4	Fresca	16,2	2	Débil
<b>M</b>	24,4	Confor	22,4	Confor	18,6	3	Débil
<b>Ju</b>	25,3	Caluro	23,4	Confor	20,6	4	Moder
<b>Jul</b>	25,3	Caluro	23,8	Confor	20,4	4	Moder
<b>Ag</b>	25,3	Caluro	23,8	Confor	20,7	5	Moder
<b>Se</b>	25,1	Caluro	23,3	Confor	20,9	5	Moder
<b>Oc</b>	24,1	Confor	22,2	Confor	19,4	4	Moder
<b>No</b>	22,3	Confor	19,9	Fresca	17,1	2	Débil
<b>Dic</b>	22,8	Confor	18,2	Fresca	15,4	1	Débil

Tabla 13. Comportamiento anual de la temperatura efectiva y efectiva equivalente

El resto del año predominan condiciones no confortables para el cuerpo humano (Figura 24) y estas condiciones pueden influir de manera positiva o negativa en el ciclo de vida de muchas de las especies animales y/o vegetales que se desarrollan en estas áreas y también en sus respuestas ante estas variaciones.

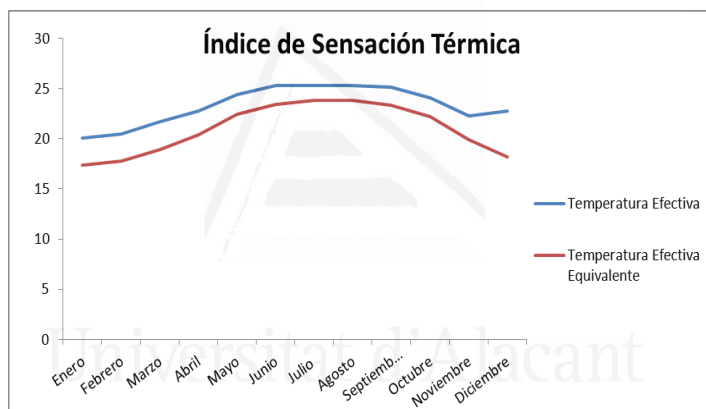


Figura 24. Marcha anual de la temperatura efectiva y efectiva equivalente en Isabel Rubio. Período 1970-2010.

#### 4.3.1.1. n) Índice de calor sofocante.

El índice de calor sofocante se propone como parámetro de utilidad para conocer el grado de estrés térmico en los climas cálidos y húmedos, el mismo expresa el grado de

incapacidad del medio aéreo para evaporar el sudor de la superficie de la piel del ser humano, por lo que constituye un indicador del poder de refrescamiento natural del cuerpo humano y pudiera ser aplicado a los procesos de transpiración en las plantas.

Los meses con menor calor sofocante se presentan de noviembre a abril, en el resto del año es moderado, por lo que las actividades al aire libre se tornan más estresantes especialmente en horas del mediodía y la tarde (Figura 25).

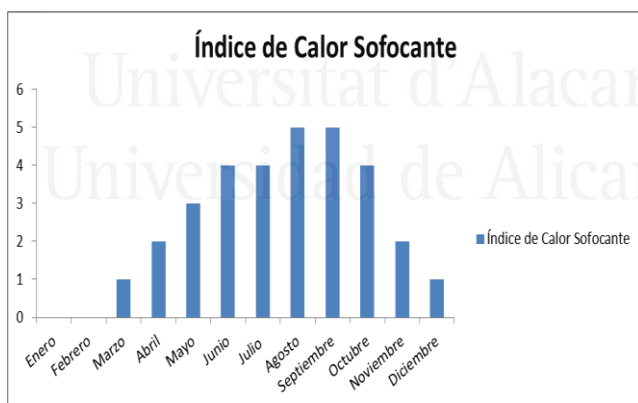


Figura 25. Marcha anual de Índice de calor sofocante en Isabel Rubio. Período 1970-2010.

#### **4.3.1.1. ñ) Evaporación y evapotranspiración:**

En análisis efectuado se identifica que en el periodo de abril- noviembre en los años analizados, se muestra la evaporación y evapotranspiración potencial en su mayor cuantía, ya que estas dependen del estado de la atmósfera en la vecindad de la superficie evaporante y por el otro, los factores que caracterizan la naturaleza y el estado de la superficie evaporante, dentro de otros factores climáticos que determinan la actividad.

En la (Tabla 14), se observa que en el periodo de verano se intensifican los procesos en la vegetación agudizando los procesos de estrés hídrico, para ambos elementos analizados que muestran referencias al fenómeno tanto de la climatología considerando la utilidad de la evapotranspiración como un indicador de aridez.

El análisis basado en un largo registro de observaciones de distintos elementos climáticos, muestra la evapotranspiración y la



evapotranspiración potencial, como un resultado realmente importante en la evaluación de los volúmenes de agua involucrados, que teniendo interés en sí mismos, son indispensables en las tareas de planificación y gestión de los recursos hídricos, forestales, medioambientales y en la cuantificación de las demandas hídricas de la vegetación circundante, ya que las condiciones ambientales pueden afectar el comportamiento de dicho balance y se analizan las posibles respuestas de los bosques y cultivos ante el cambio climático, y su relación con el clima del lugar (Figura 26).

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
EVAPOR.	4,3	4,9	5,8	6,6	6,5	5,7	5,8	5,5	4,8	4,8	4,5	4,4

Tabla 14. Marcha anual de la evaporación en Isabel Rubio. Periodo 1990-2010.

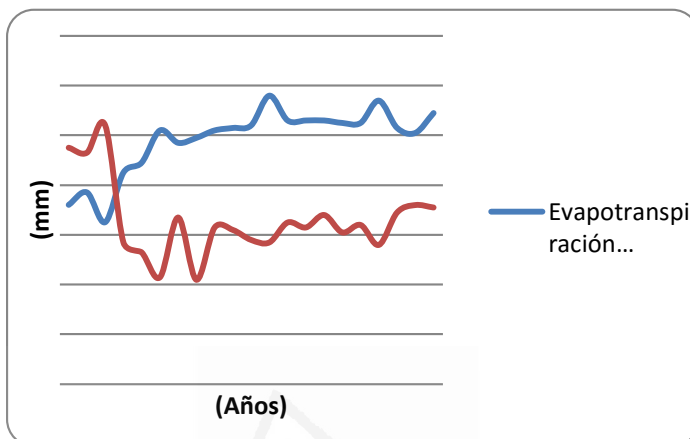


Figura 26. Marcha multianual de la evapotranspiración potencial y evapotranspiración en Isabel Rubio. Período 1990-2010.

#### 4.3.1.2 Características del suelo en las áreas de estudio.

Los resultados químicos arrojaron que el pH (KCl) de los sustratos es de muy ácido (3,8) a medianamente ácido (4,6), la laguna Los Carneros (1), difiere significativamente de las demás, se considera que esas diferencias están dadas por la prolongada exposición del sustrato de esa laguna a la radiación solar y por tanto aumentan las concentraciones de óxido de silicio

(SiO<sub>2</sub>) y cloruros, con respecto a esto, no existen diferencias significativas entre El Toro (2) y La Herradura (3), aunque el valor más bajo lo ostenta la laguna (3) y se explica por las deposiciones del ganado que frecuentemente pasta en su área, lo cual provoca una cubierta vegetal que es un obstáculo a la erosión y ocurren deposiciones sobre la capa superficial originaria (Urquiola, 1987). (Figura 27.a).

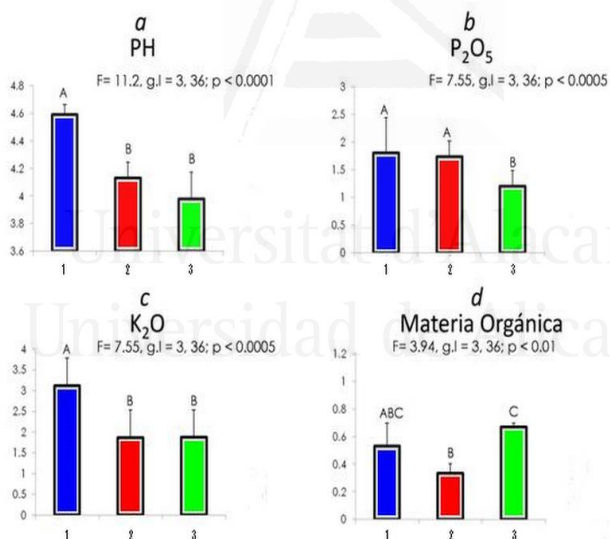


Figura 27. Caracterización del suelo en las tres lagunas Los Carneros (1), El Toro (2) y La Herradura (3), para cada

variable se brinda la media  $\pm$  desviación estándar; las lagunas con letras diferentes difieren significativamente mediante una prueba de Tukey con  $p < 0.05$ . Leyenda: *a*- pH: Cantidad de iones hidrógenos; *b*-  $P_2O_5$ : Fósforo asimilable; *c*-  $K_2O$ : Contenido de Potasio y *d*- Materia orgánica.

En el análisis de varianza realizado para el  $P_2O_5$ , no se aprecian diferencias significativas entre las dos primeras lagunas, pero si existen entre ellas y la (3), se mantiene el criterio de que la ganadería intensiva vacuna y caprina con sus deposiciones, es la principal fuente que aporta este compuesto químico (Figura 27.b). Con respecto al  $K_2O$ , la laguna (1) con el mayor valor, difiere del resto de los sitios, esto tiene relación con lo explicado para el grado de acidez (*Ph*), y se considera que está relacionado (Figura27.c), con la condición química que presenta el potasio ( $K^+$ ), para descomponer óxidos y combinarse con el oxígeno ( $O_2$ ), gracias a esto, los especialistas, han podido aislar el silicio ( $Si_2$ ), este metal, como se explica antes, representa el mayor por ciento en los cristales de

cuarzo como  $\text{SiO}_2$ , con una pureza alrededor del 99%, en varios puntos de estas áreas (Urquiola, 1987) y (Estévez, 2011)..

En cuanto a la Materia Orgánica (Fig. 27.d) solo hay diferencias marcadas entre la laguna (2) con el menor valor y la (3) con el mayor, lo cual está relacionado en general para las dos, una vez más, con la presencia de ganado en sus áreas, la extracción de suelo de la que han sido objeto durante mucho tiempo por instituciones estatales, provocando la eutrofización de estos cuerpos de agua cerrados y además no se encuentran bajo ninguna categoría de manejo; el menor valor en la laguna (2) se corresponde con la cercanía a la carretera, lo que provoca una menor cobertura vegetal cercana a sus ecotonos.

Aunque los cationes no fueron utilizados en los análisis de varianzas, si se puede señalar que el calcio ( $\text{Ca}^+$ ) y el magnesio ( $\text{Mg}^+$ ), son escasos en las áreas de estudio y el sodio ( $\text{Na}^+$ ) y el ( $\text{K}^+$ ) se comportan como trazas, que están relacionadas

con las características peculiares de los suelos arenosos cuarcíticos (Urquiola, 1987).

El ( $Mg^+$ ) aparece en cantidades superiores en la laguna (3), alcanzando el valor de 0,82 Mq/100 gss. Los valores de ( $Ca^+$ ) más elevados corresponden al sitio minero y se relaciona con la acumulación de agua en las depresiones y su posterior evaporación, lo que hace que aumente la cantidad de Calcio (Urquiola, 1987) (Anexo 3).

El valor de las bases adsorbidas (S), oscila entre 2,3 y 3,2 de manera general. Los mayores valores se alcanzan en el sitio minero, lo que se corresponde con el alto valor del  $Ca^+$ , por las razones descritas anteriormente.

La capacidad total de cambio (T) es baja de forma general, alcanzando valores entre 4,04 a 4,76 Cmol.Kg<sup>-1</sup>. Alcanza su máximo valor en la laguna (2), lo que se corresponde con el valor de los cationes para el área. En todos los casos hay una acidez fuerte y muy bajo contenido de nutrientes.

En sentido general, se corrobora que las tres lagunas, en los aspectos valorados, poseen particularidades ecológicas diferentes entre ellas con respecto a la composición química del sustrato, aspecto que sin duda, influye en la diversidad de géneros y especies que se observan en cada una, así como en el 34% de endemismo que ostentan las especies acuáticas y palustres que viven en estos ecótopos.

#### **4.3.1.3 Características del agua en las lagunas objeto de estudio.**

El uso de las representaciones gráficas de los datos hidroquímicos, proporciona con mayor facilidad la clasificación tipológica de las aguas. Permite ver además con facilidad, el comportamiento y evolución de un agua en un territorio determinado y a través del tiempo (Fagundo *et al.* 1996).

Al plotear en un Diagrama de Piper-Hill-Langelier, los datos modificados para el estudio, y a pesar de que este diagrama no representa concentraciones

absolutas, tiene la ventaja de que permiten reflejar las variaciones causadas por mezclas de aguas, precipitaciones-disoluciones, procesos de intercambio iónico, entre otros; lo que permite ilustrar la evolución hidroquímica de las aguas y a su vez, permite establecer de forma directa el tipo de agua en relación a las facies hidroquímicas.

En el diagrama de Piper (Figura 28) se representan las muestras de las tres lagunas, observándose claramente que cada una de ellas representa masas de agua diferentes. Estas, aunque presentan composiciones distintas, variables temporalmente, tienen como ión y anión predominante el Sodio ( $\text{Na}^+$ ) y el Cloruro ( $\text{Cl}^-$ ) respectivamente. El ion  $\text{Cl}^-$  está asociado, fundamentalmente, a las precipitaciones y su contenido depende de la altura y la distancia del punto muestreado al mar; así como del tipo de evento lluvioso. En las zonas de llanuras litorales, un alto contenido de  $\text{Cl}^-$  puede estar asociado a la intrusión salina (Morales, 1991), se comparte este



criterio, si se tiene en cuenta que en las zonas de estudio según Novo com. pers. (2010), las franjas protectoras de vegetación halohidrófitas compuestas por *Rhizophora mangle* L., *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. y *Conocarpus erectus* L., fueron completamente destruidas para desarrollar plantaciones arroz.

Se cortan los antiguos pinares ralos y los extensos marañonales (*Anacardium occidentale* L.) que ocupaban los linderos entre vegas, o simplemente servían de cercas entre campos de cultivos menores, se crea una extensa red de viales para comunicar los centros educacionales y las plantaciones a los centros urbanos, donde estaban acondicionados los centros de acopio y transporte de la producción, principalmente a la ciudad cabecera del municipio Sandino.

Los cuerpos de agua, aún mantenían algunas áreas boscosas que los rodeaban por sus orillas, pero por necesidades de regadío y para que el ganado tuviera acceso a los cuerpos de agua,

fueron destruidos y se convierten, por necesidades de la industria tabacalera, en bosques productivos con especies exóticas del género *Eucalyptus*, por ser los de crecimiento más rápido y tener mayor aprovechamiento.

El ion  $\text{Na}^+$  puede tener un mismo origen que el  $\text{Cl}^-$ , aunque debido a la capacidad de intercambio iónico de las arcillas, estas pueden provocar diferencias significativas en las aguas.

La composición más compleja la presenta la laguna de los Carneros, que a su vez, presenta los mayores valores de pH,  $\text{P}_2\text{O}_5$  y  $\text{K}_2\text{O}$  como se explica en el acápite de los análisis de suelo. El calcio y el bicarbonato, es aportado por el complejo carbonatado de subyace a las arenas sílice.

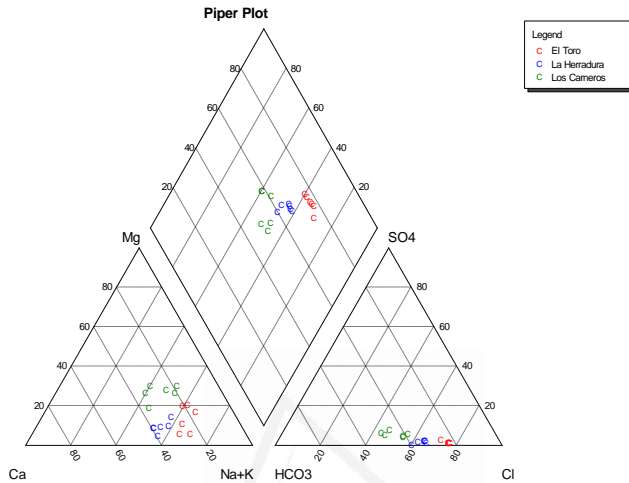


Figura 28. Diagrama de Piper-Hill-Langelier

Por otra parte, los procesos de intercambio catiónico, ocurren cuando el  $\text{Ca}^{2+}$  que aparece por la disolución de la calcita, es desplazado por el  $\text{Na}^+$  que se encuentra en una resina intercambiadora produciendo un aumento en las concentraciones de sodio y descenso de las concentraciones de calcio.

De esta manera, se obtendrá una solución del tipo  $\text{NaHCO}_3$  en vez de  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ .

En la (Figura 29), se muestran los procesos de intercambio catiónico, mediante un gráfico que relaciona el  $(\text{Na}^++\text{K}^+)-\text{Cl}^-$  vs  $(\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}) -(\text{HCO}_3^- +\text{SO}_4^{2+})$ , donde se aprecia, que una disminución en el contenido de  $\text{Ca}^{2+}$  trae consigo un aumento en el contenido de  $\text{Na}^+$  (González & Farfán, 2015). Con la excepción de tres muestras en Los Carneros, una en El Toro y dos en La Herradura; el resto se acerca a la recta que describe los procesos de intercambio, lo que evidencia que las arcillas y otros factores como la intrusión salina y el uso de fertilizantes, presentes en el área, que llegan a las lagunas a través de las escorrentías de agua superficial, incorporan sodio y potasio, jugando un importante rol en la composición química de estos ecosistemas y en la vegetación acuática y palustre que se desarrolla en ellos.

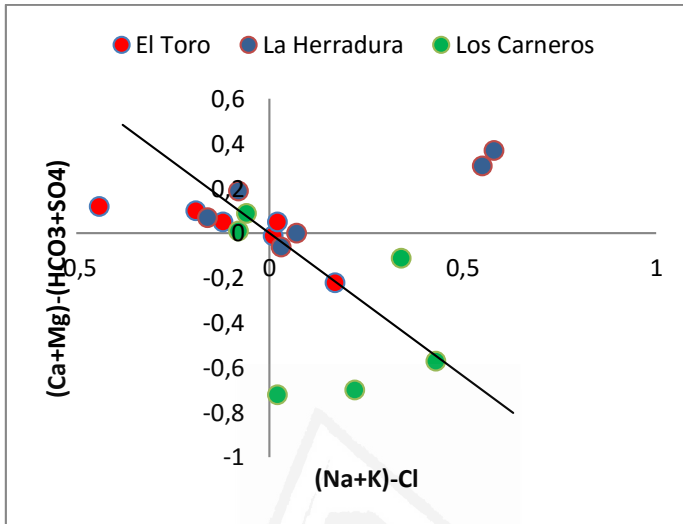


Figura 29. Intercambio catiónico entre las tres lagunas Utilizando el criterio de káiser ( $\lambda=1$ ) fueron encontrados tres factores que explican el 88,75 % de la variabilidad de la muestra. Los tres factores seleccionados pueden verse como un conjunto nuevo de variables que permiten el estudio de su distribución individual y conjunta. En la (Tabla 15), se muestran los factores que controlan la hidroquímica de las lagunas.

	F1	F2	F3
% varianza total	42,038	23,635	23,077
% acumulado	42,038	65,674	88,750

Tabla 15. Análisis de varianza a los factores que inciden en la hidroquímica.

En general, los dos primeros, explican el 65, 67 % de la varianza total. El primer factor (42.04 %), está representado por las variables (C.E;  $\text{HCO}_3^-$ ;  $\text{SO}_4^{2-}$ ;  $\text{Mg}^{++}$ ; y  $\text{K}^+$ ), que se relacionan a su vez con los principales minerales del basamento geológico silíceo (Mudry, 2006).

El segundo factor se relaciona con el pH (indicador de acidez) y la turbidez hacia el extremo positivo, procesos de recarga (superficial y/o subterránea) que traen consigo turbulencia, y el  $\text{Ca}^{++}$  hacia el extremo negativo, que proviene de las calizas que subyacen al complejo silíceo, y que indican recarga subterránea. El tercer factor está asociado positivamente al  $\text{Na}^+$ , indicando intercambio catiónico con las arcillas que subyacen el complejo silíceo, unido a la DQO y al Fe Total (Tabla 16 y Figura 30)

	F1	F2	F3
Cond,	<b>0,962</b>	-0,058	0,121
pH	-0,286	<b>0,839</b>	-0,250
Turbiedad	-0,139	<b>0,725</b>	0,487
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	<b>0,918</b>	-0,260	-0,001
Cl <sup>-</sup>	0,134	0,294	0,270
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	<b>0,953</b>	-0,091	0,168
Ca <sup>2+</sup>	0,068	<b>-0,835</b>	0,040
Mg <sup>2+</sup>	<b>0,858</b>	-0,179	-0,130
Na <sup>+</sup>	0,339	0,234	<b>0,657</b>
K <sup>+</sup>	<b>0,711</b>	0,002	0,363
DQO	0,186	-0,416	<b>0,649</b>
Fe Total	-0,019	-0,057	<b>0,939</b>

Tabla 16. Comportamiento de los valores analizados.

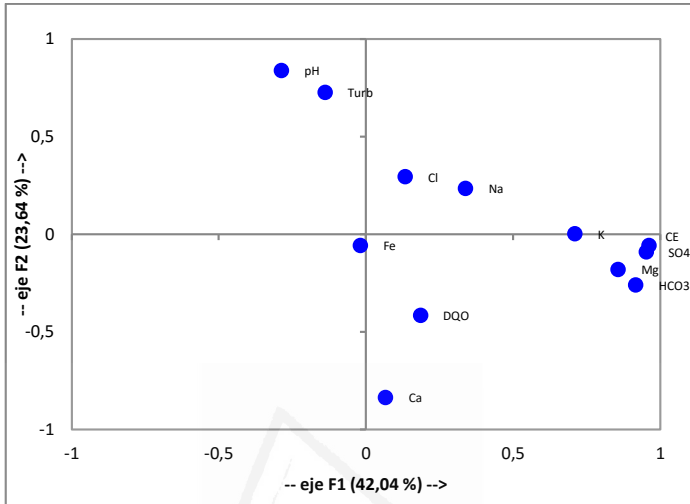


Figura 30. Distribución de los factores.

En el plano factorial de las unidades estadísticas (Figura 31), se aprecian claramente tres grupos bien diferenciados, que definen el comportamiento hidroquímico de las aguas de las lagunas.

Hacia el extremo positivo del primer eje, se encuentra separada la laguna de los Carneros, indicando mayor mineralización y su dispersión con la dirección del segundo eje indican una compleja y variable composición hidroquímica. Las lagunas El Toro y La Herradura, se ubican hacia la parte central del gráfico, en el sector



negativo del primer eje y distribuidos a lo largo del segundo.

El Toro, se encuentra agrupado en el sector positivo del eje dos, con una mayor acidez y contenido de turbidez, mientras La Herradura se encuentra en el extremo opuesto del mismo eje, pero con elevadas concentraciones de calcio, indicando recarga subterránea.

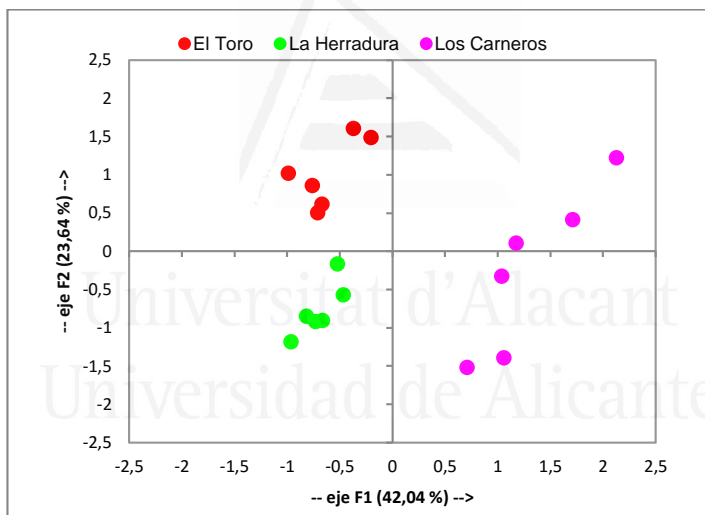


Figura 31. Análisis factorial entre lagunas.

Los resultados del Análisis de Cluster (Figura 32), muestran que existen dos sistemas claramente definidos: uno separado del resto, representado

por Los Carneros, debido a su composición hidroquímica compleja, más asociada al basamento silíceo; y un segundo grupo compuesto por las lagunas El Toro y La Herradura, que presentan similares comportamientos hidroquímicos, pero que se divide en dos subgrupos visiblemente delimitados, lo que separa a cada una de estas lagunas en sistemas independientes.

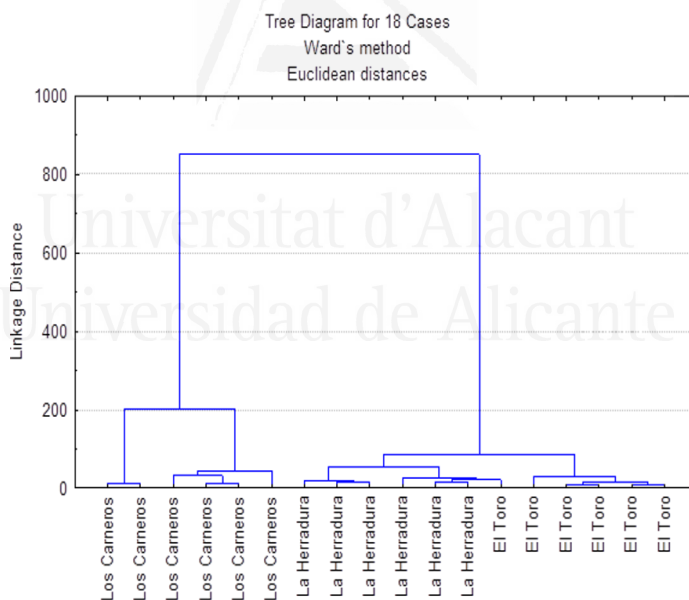


Figura 32. Análisis de cluster

Para distinguir entre dos o más grupos de datos, basados en un grupo de  $p$  variables cuantitativas observadas, se llevó a cabo un Análisis Factorial Discriminante.

Los resultados muestran que asumiendo el umbral de significación  $\alpha=0,050$ , la hipótesis nula de la igualdad de los vectores de los tres grupos predefinidos, puede ser rechazada, por tanto, la diferencia entre los centroides de los grupos es significativa. Esto significa, que los grupos definidos a priori tienen estructura propia y por consiguiente, se puede asumir que cada uno representa, sistemas hidroquímicamente distintos. En el análisis se obtuvieron dos factores discriminantes con un 100% de varianza acumulada (Tabla 17) y el porcentaje de variación total entre grupos, atribuibles a cada función, refleja la aportación de cada una de ellas a la discriminación de los grupos.

	F1	F2
Valor propio	301,710	30,420
% varianza	90,841	9,159
% acumulado	90,841	100,000

Tabla 17. Análisis de varianza a los factores discriminantes.

El factor uno (F1) posee el mayor porcentaje de acumulado de las variables (90,84%). Hacia el extremo positivo, se representa la mineralización de las aguas (Figura 33.a), (C.E;  $\text{HCO}_3^-$ ;  $\text{SO}_4^{2-}$ ;  $\text{Mg}^{++}$ ; y  $\text{K}^+$ ), que se relacionan a su vez con los principales minerales del basamento geológico silíceo (Mudry, 2006). El segundo factor se relaciona con el pH (indicador de acides) y el  $\text{Cl}^-$  hacia el extremo positivo, y el  $\text{Ca}^{++}$  hacia el extremo negativo, producto de la recarga subterránea.

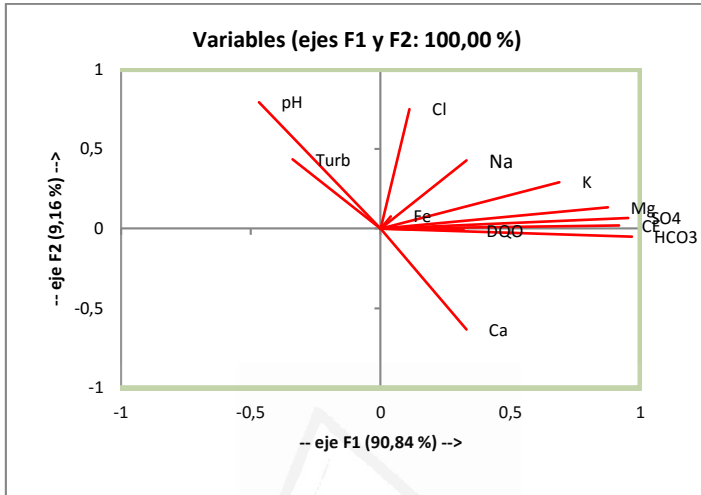


Figura 33.a.

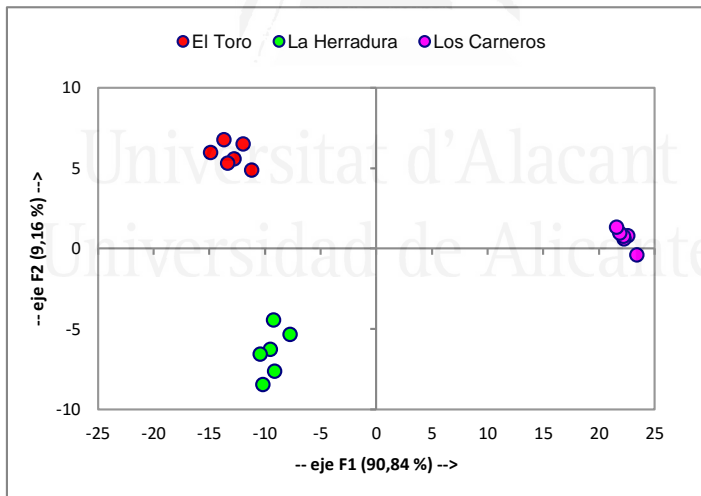


Figura 33.b.

En el plano factorial F1-F2 de las unidades estadísticas (Figura 33.b), pueden distinguirse con facilidad que las tres lagunas son totalmente independientes, y representan masas de aguas químicamente distintas.

Las aguas de la laguna Los Carneros, se ubican hacia el extremo positivo del gráfico, caracterizadas por una mayor mineralización y contenidos de bicarbonato, sulfato y potasio. La laguna El Toro, por su parte, tiene aguas más ácidas y con mayor concentración de cloruros, ubicándose hacia el extremo positivo del segundo eje. Mientras La Herradura, se encuentra en la parte negativa del segundo eje, con las mayores concentraciones de calcio, y una composición química más estable (Na-Ca-Cl-HCO<sub>3</sub>).

### 4.3.2 Particularidades ecológicas de la laguna Los Carneros. Patrones de comportamiento estacional, en las especies acuáticas y palustres observadas.

Las “Lagunas estacionales someras sobre arenas cuarzosas”, mantienen un comportamiento anual cambiante en la flora acuática y palustre que las caracteriza, asociado a los niveles de agua (Figura 34), que presentan este tipo de lagunas, así como a las características físico químicas del agua y las del sustrato donde se encuentran.

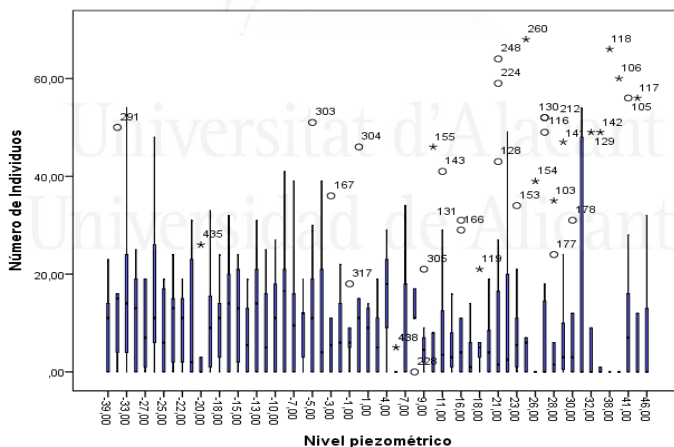


Figura 34. Relación entre el número de individuos y los niveles piezométricos.

La combinación estos factores abióticos, influyen en la densidad de individuos por especies y determinan la época del año en la que se pueden encontrar, las diferentes especies de esta flora presentes en ellas (Figura 35).

Para el estudio de las particularidades ecológicas de este tipo de ecosistemas, se toma como referencia a “Los Carneros”, esta laguna presenta una dinámica estacional marcada que se precisa en cuatro etapas con alrededor de tres meses de duración cada una, en contraposición con lo planteado por Urquiola (1987), Novo & Luís (1989) y Borhidi (1996), que solo hacen referencia a dos periodos, lluvia desde mayo hasta octubre y seca desde noviembre hasta abril, este mismo criterio, lo utilizan de igual forma, Cejas & Herrera (1995) y Urquiola *et al.* (2010).



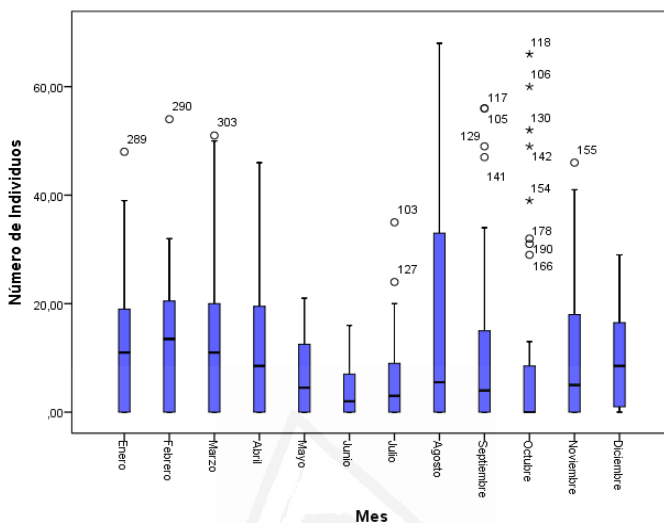


Figura 35. Comportamiento del número de individuos por meses

Los resultados que se obtienen, muestran una primera etapa, denominada como “Lluvia uno”, aproximadamente a partir del mes de mayo hasta julio; en mayo, comienza el período lluvioso, aunque no se produce de forma simultánea en todo el país, en consecuencia, es habitual que los totales de lluvias se incrementen de forma notable e incluso abundantes en ocasiones. Le continúa junio, que como promedio, es el mes más lluvioso

del año, una parte considerable de los acumulados de precipitación se produce asociada a eventos lluviosos de varios días de duración, los que ocurren principalmente en las primeras dos decenas del mes; estas precipitaciones dependen de la influencia de los sistemas migratorios de la zona tropical, tales como las ondas y las bajas tropicales, normalmente la temperatura media se incrementa con respecto a mayo, y se considera como un mes muy caluroso; finaliza esta etapa julio, que representa el mes con menos precipitaciones dentro del período lluvioso en la zona de estudio y también para Cuba (CMP, 2012). Durante este mes, característico del verano en el hemisferio norte, se produce un notable incremento de la intensidad del Anticiclón del Atlántico y de su influencia sobre Cuba, lo que produce una disminución considerable de las precipitaciones con respecto al mes que le precede (CMP, 2012); la unión de estos factores con la permeabilidad del sustrato, las

características químicas que posee y las aguas de recarga por escurrimiento, que caracteriza este tipo de lagunas, da como resultado que el agua superficial no sea visible todavía y se observan, según la curva de abundancia-dominancia (Figura 36), una amplia diversidad de especies, representada por el largo de la curva y lo poco pronunciada de su pendiente (Feinsinger, 2004) con numerosos individuos de: *Rhynchospora globosa* (Rg), *Utricularia purpurea* (Up), *Drosera capillaris* (Dc), *Chrysobalanus icaco* (Ci) y *Xyris ekmanii* (Xk), los cuales se ubican por este orden entre los más abundantes; en la medida que la pendiente de la curva desciende, disminuye la abundancia de especies como: *Euploca antillana* (Ea), *Ludwigia stricta* (Ls), *Hydrocotyle asiática* (Has), *Lachnanthes caroliniana* (Lca), *Panicum erictifolium* (Pe), *Rhynchospora fascicularis* (Rf) y *Caperonia palustris* (Cp), que utilizan esta fase para iniciar su desarrollo, también son menos abundantes las especies que dependen

plenamente de la presencia de agua como: *Scleria* spp. (Sp.), *Mesosetum loliiforme* (Mlol), *Hypericum styphelioides* (Hst), *Utricularia juncea* (Uj) y *Utricularia foliosa* (Uf); en la cola de la curva se encuentran las más raras (Feinsinger, 2004), que en este caso coinciden con algunos juveniles de especies endémicas como: *Phyllanthus selvie* (Psv), *Jatropha angustifolia* (Ja) y *Melochia savannarum* (Msv).

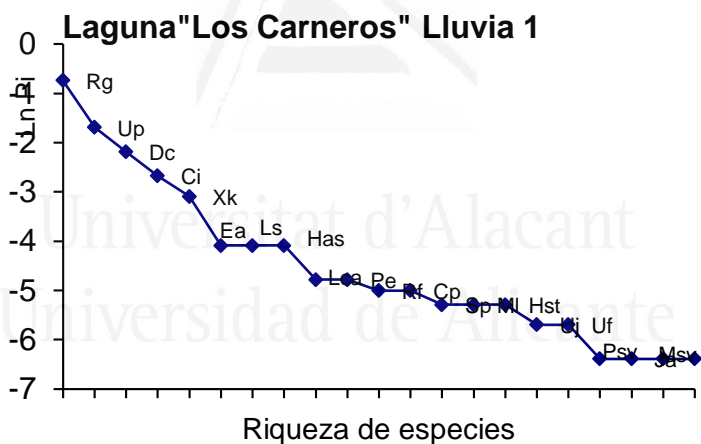


Figura 36. Curva de abundancia-dominancia en la primera etapa de lluvia

Como complemento a los datos aportados por la curva, se analiza el comportamiento de varios

índices de diversidad y estructura de la comunidad, como los de: Margalef, Simpson y Berger-Parker en los periodos correspondientes a esta etapa (Figura 37).

En el caso del índice de diversidad de Margalef, mantiene valores estables durante los ocho ciclos, lo que supone una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos (Magurran, 1988); en relación con la estructura de la laguna en esta etapa, se tienen en cuenta dos índices para medir la abundancia proporcional y se analizan los índices de dominancia de Simpson, el cual está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974) y como su valor es inverso a la equidad, presume una estabilidad entre las especies dominantes que se pueden encontrar en la laguna, durante esta etapa; y por último el de Berger-Parker, en el cual ocurre una disminución en general de sus valores, a medida que avanza esta etapa de “Lluvia uno”,

lo que se interpreta como una disminución en la equidad y un aumento de la dominancia hacia las especies hidrófitas (Magurran, 1988). Es importante señalar que a partir del año 2009, la región no fue azotada por ningún otro evento meteorológico extremo (CMP, 2012) y en los dos años siguientes, el comportamiento de este índice, tuvo una tendencia a equilibrar sus valores.

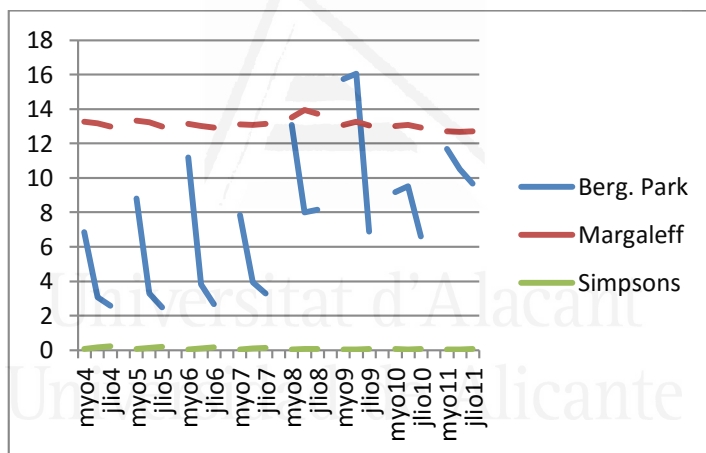


Figura 37. Valores de los índices en la etapa “Lluvia uno” durante los ocho años.

La segunda etapa “Lluvia dos”, comprendida entre agosto y octubre, comprenden el intervalo en el que ocurren la mayor cantidad de precipitaciones

en esta franja fluvio-marina y lacuno-palustre del sur y sur occidente de Pinar del Río, vinculadas sobre todo con el paso de eventos meteorológicos extremos (CMP, 2012). Esta etapa se inicia en el mes de agosto, que al igual que julio, es el otro mes que menos precipitaciones aporta al período lluvioso en la zona y en Cuba; el comienzo de esta fase, se caracteriza por niveles de agua que aún se encuentran por debajo de la superficie del sustrato, debido a que se mantiene la influencia del Anticiclón del Atlántico sobre toda Cuba, lo que condiciona que las precipitaciones sean relativamente escasas, aunque ocurren algunos chubascos y tormentas eléctricas, principalmente durante la tarde y primeras horas de la noche, asociadas al calentamiento diurno y al paso de sistemas migratorios tropicales como: las ondas y las bajas tropicales, a partir de este momento comienza a incrementarse la actividad ciclónica sobre Cuba, aunque la frecuencia de los huracanes que la afectan en este mes, es sólo la

mitad que la correspondiente al mes que le continúa (CMP, 2012). Normalmente, en agosto la temperatura media se incrementa con respecto a junio y julio, y es frecuentemente es el más caluroso del año. Le sigue septiembre, este es uno de los meses más lluviosos (CMP, 2012), estas lluvias están propiciadas, por la retirada del anticiclón del Atlántico, unido al paso frecuente de las ondas y las bajas tropicales, provoca un incremento notable de las precipitaciones, y se considera como el mes de mayor frecuencia de formación de ciclones tropicales en nuestra región, aunque la frecuencia de los huracanes que afectan en septiembre, es inferior a octubre (CMP, 2012). Asociados a la influencia directa o indirecta de diferentes fenómenos meteorológicos tropicales, en septiembre suelen ocurrir eventos de grandes precipitaciones que generan una saturación del sustrato característico de esta zona y este tipo de ecosistema, alcanza los niveles máximos de su aforo natural, este proceso se



vincula con la transición al mes de octubre. Este mes como promedio, también es uno de los meses más lluviosos del año en Cuba y con él finaliza el período húmedo en nuestro país, la influencia del anticiclón del Atlántico disminuye considerablemente con respecto a los meses anteriores y se une al paso frecuente de las ondas y las bajas tropicales, así como de los primeros sistemas frontales, esta combinación, propicia el incremento de las precipitaciones (CMP, 2012).

La frecuencia en este mes, de afectación por huracanes a Cuba, es la mayor de toda la temporada ciclónica, principalmente en su segunda decena y asociados a la influencia directa o indirecta de los ciclones tropicales, suelen ocurrir eventos de grandes precipitaciones, que determinan en gran medida los más altos totales mensuales del año, esto ocasiona una sobresaturación de agua en el sustrato y las lagunas se sobredimensionan por encima de su aforo natural, como consecuencia de esto,

algunas de ellas que se encuentran cerca, llegan a unirse y forman ecosistemas transitorios similares a un gran lago (Figura 38), o las llamadas “tablas” (Cirujano *et al.* 2005).



Figura 38. Vista aérea de la zona con las lagunas sobredimensionadas

En esta etapa existe una amplia profusión en el número de individuos pero solo pertenecientes a las especies hidrófitas, lo que trae como resultado una menor diversidad de especies, pero como la permeabilidad del sustrato es alta, el nivel de agua desciende rápidamente y permite el

establecimiento de las primeras especies palustres que comienzan a desarrollarse y ocupan los ecotonos de la laguna, de acuerdo con lo que se observa en la curva de abundancia dominancia (Figura 39) y en el perfil de vegetación correspondiente a la etapa, donde el agua superficial es visible (Figura 40).

Las especies con mayor número de individuos o más abundantes, se ubican en la parte superior de la curva, entre ellas: *Utricularia resupinata* (Ur), *Phyllanthus aquaticus* (Pa), *Utricularia juncea* (Uj), *Eleocharis cellulosa* (Ec), *Utricularia foliosa* (Uf), varios juveniles de *Ilex cassine* (Ica) y *Ludwigia stricta* (Ls), las cuales encuentran en estos ecosistemas un nicho ideal para su desarrollo, en correspondencia con el nivel de agua.

Estas aguas someras, posibilitan el rápido crecimiento de estas especies porque la turbidez es mínima y facilita la penetración de la luz solar a través del agua, corroborado con los valores de insolación (CMP, 2012) correspondientes a estos

meses del año. La diversidad de especies es menor en comparación con la etapa anterior, representada en la curva (Figura 39), ya que la pendiente es menos plana y la distancia entre las especies es mayor (Feinsinger, 2004). Las especies que se ubican al final de la curva, consideradas como raras, son aquellas que no soportan un nivel de inundación sostenido y en este caso, no corresponden a especies endémicas solo de estos ecosistemas, como: *Rhynchospora fascicularis* (Rf) y *Drosera capillaris* (Dc).

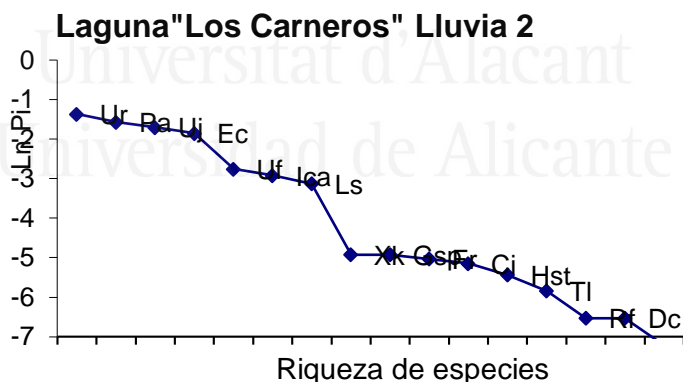


Figura 39. Curva de abundancia-dominancia en la segunda etapa de lluvia.

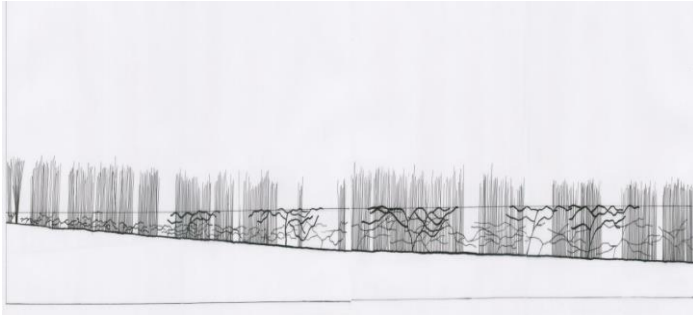


Figura 40. Perfil de la laguna “Los Carneros”, cuando el agua es visible sobre su superficie.

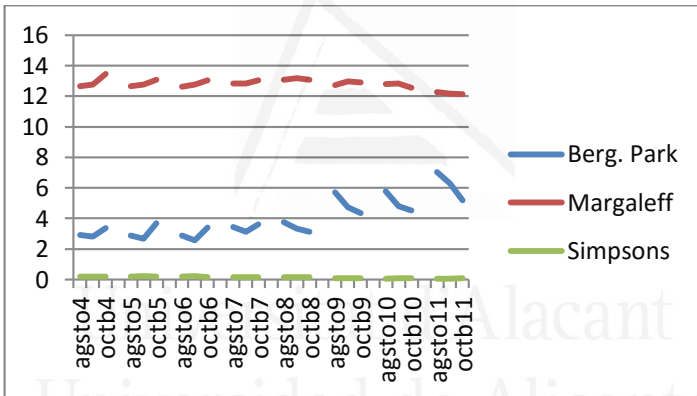


Figura 41. Valores de los índices en la etapa “Lluvia dos” durante los ocho años.

Al analizar los índices de diversidad y estructura de la comunidad (Figura 41), correspondientes a esta etapa de “Lluvia dos”, se observa en el índice de Margalef, una tendencia a disminuir a partir del

año 2009, hasta el final de la investigación en 2011, se considera que esta disminución está relacionada con el empobrecimiento de las precipitaciones en la zona y la ausencia de fenómenos meteorológicos extremos, que aportan grandes volúmenes de lluvias a estos ecosistemas sobre arenas cuarzosas, como se ha ido señalando con anterioridad; esto puede originar una discordancia funcional entre el número de especies y el número total de individuos (Magurran, 1988).

Con respecto a la estructura de la laguna en este periodo, se tienen en cuenta al igual que la etapa anterior, el índice de dominancia de Simpson, el cual al estar fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974), sufre también un descenso en sus valores, durante este tiempo, expresado además en una equidad de estas especies, si se tiene en cuenta que su valor es inverso a esta condición de la comunidad. Cuando

de analiza el índice de Berger-Parker, presenta una recuperación en sus valores, a partir del año 2009, con un aumento gradual hacia finales del 2011, lo que se dilucida también como un aumento de la equidad y una disminución en la dominancia de las especies hidrófitas (Magurran, 1988), propiciado por el advenimiento de la temporada de sequía en esta zona (CMP, 2012)

En esta laguna, como modelo de las de su tipo, existen varios charcos asociados a los bordes (Figura 42), los cuales presentan un comportamiento acorde con lo planteado por Urquiola (1987), ya que su estacionalidad está marcada solo por un periodo seco y otro lluvioso.

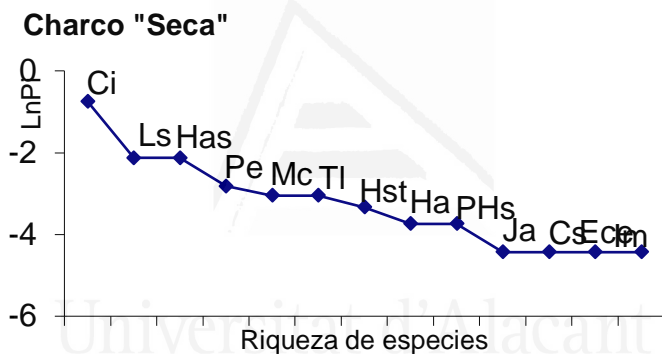
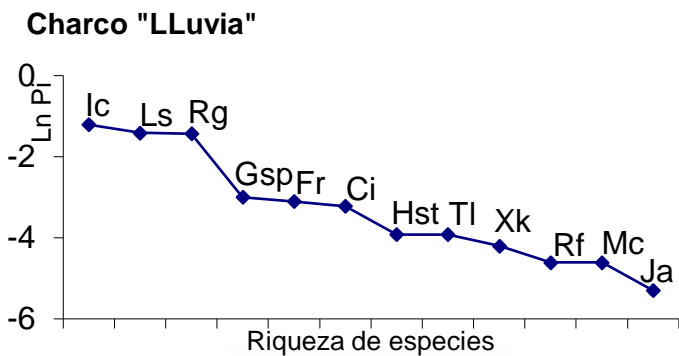
Universidad de Alicante



Figura 42. Charco asociado a la laguna “Los Carneros”.

Como conservan agua, en las oquedades producidas por el paso de los medios de transporte de los lugareños, exhiben como peculiaridad solamente en el mes de agosto, cuando ocurren volúmenes de lluvia importantes, de acuerdo con las curvas de abundancia dominancia (Figuras 43 y 44), la presencia de *Isoetes cubana* (lc) (Figura 45), especie que tuvo su locus clásico durante varias décadas en la laguna de Jovero (Álvarez de Zayas & Sánchez, 1985) y (Urquiola, 1987).





Figuras 43 y 44. Curvas de abundancia-dominancia en el charco asociado a "Los Carneros"

La laguna de Jovero, un ecosistema de importancia histórica desde el punto de vista florístico, por la distribución de especies que poseía y las colectas realizadas en ella y que se encuentra bastante alejada de Los Carneros,

separadas incluso por el río Cuyaguaje, ha sido sometida durante más de 30 años a una intensa explotación, agrícola, ganadera y acuícola, debido a la “inyección” del sistema de canales (Novo com. pers. 2010) que se utiliza para mantener su nivel de agua estable,

Esto ha propiciado la siembra de alevines con fines comerciales y la posterior utilización de artes masivas de pesca, redes y chinchorros de arrastre para su captura; los cuales destruyen a su paso, todo el cuerpo vegetativo de las plantas que se encuentra expuesto en el agua, esta laguna en la actualidad semeja una presa artificial con ausencia casi total de vegetación acuática.

Universidad de Alicante



Figura 45. *Isoetes cubana*

En Cuba, existen otros reportes para *Isoetes cubana*, de acuerdo con Plasencia-Fraga (2008), solo en las lagunas de la Meseta de San Felipe en Camagüey además de las arenas cuarzosas de Pinar del Río, en su caso la reporta como un elemento raro, pero sin datos actuales; ya que su obra solo toma como referencias las anteriores de Ávila *et al.* (1988) y Méndez (1994), a partir de ese año, no se conoce otro reporte en esa zona, ni tampoco desde (Urquiola, 1987). Esta observación representa un nuevo reporte de

distribución para esta especie y la relocalización de la misma después de 20 años.

En la tercera etapa, “Seca uno”, ubicada alrededor de las últimas dos semanas del mes de noviembre hasta enero, se inicia el periodo de sequía y con él, la laguna exhibe su máximo esplendor florístico, con la germinación y floración de la mayoría de las especies palustres, que coinciden en el tiempo, con las acuáticas que se mantienen del periodo anterior (Figura 46).



Figura 46. Inicio de la época de sequía en “Los Carneros”. A pesar de las características del sustrato y la posición de la laguna con respecto al sinclinal

montañoso, es importante señalar que la rapidez en el descenso del agua, depende también de las magnitudes que hayan tenido los eventos meteorológicos que normalmente afectan esta zona, por esta razón es que se determina incluir, las últimas dos semanas del mes de noviembre en este periodo, ya que este mes se considera como de transición, entre las condiciones de verano a las de invierno, coincidiendo a su vez con el comienzo del período poco lluvioso, que a criterio de Urquiola (1987), Novo & Luís (1989) Borhidi (1996) y Urquiola et al. (2010), se extiende hasta abril, pero que de acuerdo con los resultados, no se comparten estos criterios y se decide extender este periodo solo hasta finales de enero.

En esta última quincena de noviembre, disminuyen notablemente las tormentas eléctricas típicas del verano y suelen presentarse los primeros frentes fríos que cruzan la provincia de Pinar del Río, se produce una disminución del contenido de humedad relativa al 79 % y la presión

atmosférica media es de 1 015.3 hPa (CMP, 2012). Le continúa diciembre, que es uno de los meses menos lluviosos del año, ya que las precipitaciones dependen fundamentalmente de los frentes fríos que llegan al territorio, que se caracterizan por su corta duración y poca intensidad. La mayor afectación de los frentes fríos, en relación con el mes anterior, influye en el establecimiento definitivo del período invernal. El contenido de humedad es inferior al de noviembre, con valores de tensión de vapor de 16.7 mm y humedad relativa de 78 %. Como promedio, se reportan totales de precipitación bajos y una frecuencia de siete días con lluvia (CMP, 2012). Esta etapa cierra en el mes de enero, que presenta condiciones típicas de invierno, con el predominio general, de altas presiones continentales sobre nuestra área geográfica. Es uno de los meses más fríos del año, por lo que es usual que se registren temperaturas mínimas notables, se caracteriza por registrar el

contenido de humedad más bajo del año y como promedio, se reportan totales de precipitación muy bajos y una frecuencia de cinco días con lluvia (CMP, 2012).

Como adaptación al inicio de la sequía, varias especies acuáticas y palustres anuales y bienales, aprovechan el descenso del nivel de agua para florecer y fructificar; esto les posibilita depositar sus diásporas dentro del sustrato, que todavía está húmedo, y a su vez, quedan por debajo de los restos de las plantas para protegerlas de la intensa radiación solar que afecta esta zona, cuando el agua desaparece completamente. Esto facilita que cuando se creen condiciones óptimas nuevamente de humedad, estas diásporas germinen y comiencen el ciclo una vez más; en esta etapa se observa la mayor diversidad de especies con abundantes individuos (Figura 47) de: *Xyris jupicai* (Xj), *Xyris ekmanii* (Xk), *Xyris elliottii* (Xe), *Utricularia juncea* (Uj), *Encopella tenuifolia* (Et), *Utricularia purpurea* (Up),

*Utricularia resupinata* (Ur), *Rhynchospora globosa* (Rg), *Burmania bicolor* (Bb), *Micranthemum rotundatum* (Mr), *Drosera capillaris* (Dc), *Lindernia alternifolia* (Lalt), *Hydrolea spinosa* (Hsp), *Mesosetum loliiforme* (Mlol), *Ludwigia torulosa* (Lt), *Phyllanthus eliotropus* (Pel), *Phyllanthus aquaticus* (Pac), todos ellos representados en la pendiente de la curva, que se caracteriza por un disminución lenta y progresiva sin cambios bruscos (Feinsinger, 2004).

Para representar gráficamente esta curva en el texto, fueron excluidas de la misma, otras especies con rangos de distribución más amplios, que también se pueden encontrar como: *Rhynchospora fascicularis*, *Hypericum styphelioides*, *Thelypteris interrupta*, *Fuirena scirpoidea*, *Caperonia palustris*, *Eleocharis cellulosa* y *Chrisobalanus icaco*, *Bacopa monnieri* y *Eragrostis charis*.



## Laguna "Los Carneros" Seca 1

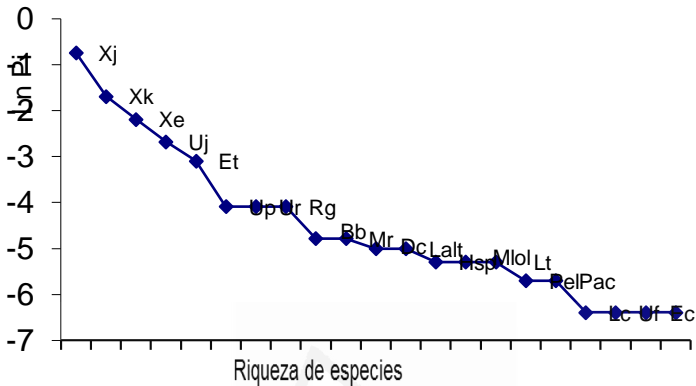


Figura 47. Curva de abundancia-dominancia en la primera etapa de sequía.

La mayoría de estas especies, se encuentran en los bordes, cuando las cotas naturales del agua en la laguna, regresan a sus límites normales. Esto está provocado por la ausencia de las lluvias, que genera un descenso del nivel de agua hacia el centro de la laguna; y la presencia de agua superficial no es visible a simple vista.

La totalidad de estas especies, en correspondencia con el hábito que predomina en estos ecosistemas, son hierbas pequeñas y con frecuencia no comparten el mismo areal dentro del

ecosistema; en esta condición se encuentran algunos endémicos estrictos de esta laguna (Figura 48 y 49) como: *Encopella tenuifolia* y *Micranthemum rotundatum*.



Figura 48. *Encopella tenuifolia*

Universidad de Alicante



Figura 49. *Micranthemum rotundatum*

Las especies que se consideran raras, por su ubicación en la cola de la curva (Feinsinger, 2004), en este caso comparten rangos de distribución diferentes, ya que se pueden encontrar especies endémicas palustres que comienzan su desarrollo como: *Phyllanthus echinospermus*, *Phyllanthus heliotropus*, que se combinan con endemismos caribeños como *Lachnanthes caroliniana*; y algunas de las hidrófitas con distribución neotropical que están cerrando su ciclo como *Utricularia foliosa* y *Eleocharis cellulosa*.

Se realiza una evaluación del comportamiento de los índices de diversidad alfa y de estructura en la comunidad, como complemento al análisis de la curva (Figura 50), correspondientes a esta etapa de “Seca uno”.

Se observa en el índice de Margalef, una cierta estabilidad general en sus valores, si se tiene en cuenta el ciclo de los ocho años correspondientes a la investigación, pero al analizar los últimos tres años, presenta una tendencia a disminuir, se considera que esta disminución está relacionada con la carencia de las precipitaciones en la zona y la ausencia de fenómenos meteorológicos extremos, que mantienen el agua por debajo de la superficie de estas arenas cuarzosas durante más tiempo; y al disminuir el tamaño de la muestra relacionado con el número de individuos, tiene una influencia directa en este índice que depende de estos valores (Magurran, 1988).

Con respecto a la estructura de la laguna en esta periodo, se tienen en cuenta al igual que para las

etapas anteriores, el índice de dominancia de Simpson, el cual al estar fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974), en esta etapa mantiene una estabilidad constante, propiciada por todos los aspectos de abundancia de especies explicados hasta aquí a partir de la ubicación de varias especies endémicas en la parte superior de la curva, aspecto muy relacionado con el valor de importancia de estas especies en la comunidad. El índice de Berger-Parker, presenta varios momentos en la estructura de la laguna durante la investigación; los primeros cuatro años evidencia un aumento sostenido en sus valores, al igual que en 2008 y 2009, aunque en estos últimos dos años, los valores de inicio son menores en relación con los precedentes, esto se relaciona con la cantidad de agua aportada por el escurrimiento hacia las capas subterráneas de estas arenas y la equidad que va alcanzando la laguna entre las especies más representadas con

una disminución en la dominancia de las mismas (Magurran, 1988); en el año 2010 tuvo también un ligero incremento, aunque en el 2011 hacia el final de la investigación, estos valores comienzan a descender, debido a una intensa sequía (CMP, 2012) que afectó la zona durante ese año, dato que también tiene su expresión, relacionada con el inicio de la segunda y última fase por la que transita este ecosistema, donde las precipitaciones son muy escasas, como se ha explicado anteriormente.

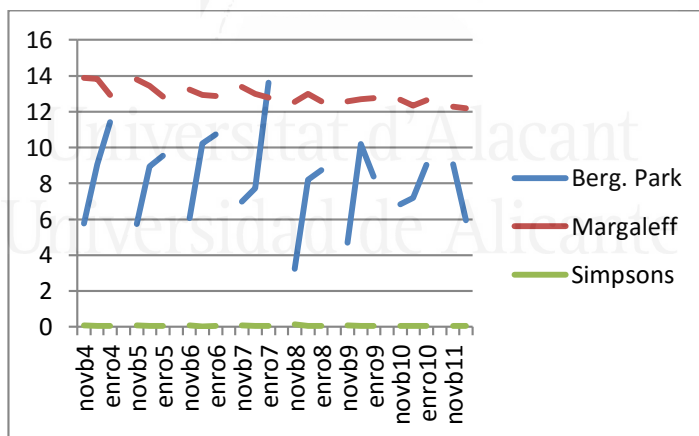


Figura 50. Valores de los índices en la etapa “Seca uno” durante los ocho años.

La cuarta y última etapa “Seca dos”, se caracteriza por presentar un segundo periodo de sequía aún más intenso, que se extiende desde el mes de febrero hasta abril, durante esta etapa la laguna pierde por completo el agua superficial (Figura 51 y 52)



Figura 51. Laguna “Los Carneros” en época de seca dos.



Figura 52. Perfil de la laguna “Los Carneros”, cuando el agua no es visible en su superficie.

En esta localidad, solo se puede identificar la existencia de un cuerpo de agua anterior, por la disposición más o menos circular de los representantes de la vegetación arbustiva y arbórea considerados como palustres en este trabajo, por soportar diferentes periodos de inundaciones, que se distribuyen alrededor de lo que constituye el perímetro la laguna, con especies de *Acoelorrhaphe wrightii*, *Colpothrinax wrightii*, *Sabal palmetto*, *Chrysobalanus icaco* y *Cephalanthus occidentalis*, unidos a la subsistencia en el área abierta de otros ejemplares adultos de especies palustres perennes como: *Ludwigia torulosa*, *Indigofera miniata*, *Hydrolea spinosa*, *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides* y *Cyperus giganteus*, los cuales utilizan el agua que, en esta etapa, se encuentra por debajo de la superficie entre los 45 y 70 cm.

El inicio de esta etapa en el mes de febrero, coincide con las características propias de la



temporada invernal, persiste la influencia de altas presiones continentales que generan registros de temperaturas mínimas notables, provocando que el contenido de humedad relativa se mantenga bajo, y el total de precipitación es de los menores en el año, como promedio se reportan 54.9 mm con una frecuencia de cuatro días con lluvia.

Estas características que presenta la laguna, se acentúan con la entrada de marzo, que es el quinto mes del período poco lluvioso en Cuba (CMP, 2012). Los totales de lluvia que como promedio se registran en este mes son similares a los de febrero, las precipitaciones dependen fundamentalmente de los sistemas frontales que puedan llegar al territorio, pero en este tiempo ya presentan una frecuencia de afectación inferior a la de enero. A finales de marzo, suelen ocurrir vientos de región sur, fuertes en ocasiones, que constituyen uno de los eventos más importantes de dicho mes, lo que posibilita un aumento de la temperatura media, con respecto a los dos meses

anteriores, aunque se considera (CMP, 2012) todavía un mes fresco o ligeramente frío.

En abril finaliza esta cuarta etapa, coincidiendo con el final del período poco lluvioso en nuestro país, dando paso al periodo lluvioso que cierra el ciclo de estas etapas. En este mes, las altas presiones continentales comienzan a debilitarse gradualmente y en aisladas ocasiones, sobre todo en las primeras dos semanas, se presentan algunos frentes fríos débiles, que llegan con frecuencia en estado de disipación y pocas lluvias asociadas. Otro aspecto de interés lo constituyen los sures, que son vientos húmedos y cálidos que persisten durante varios días. A partir de este momento, las temperaturas comienzan a ser elevadas, con una oscilación térmica muy variable y anomalías en el régimen de vientos que pueden llegar a ser fuertes.

Estas condiciones determinan un declive notable en la diversidad de especies, representado en la brusca disminución de la pendiente de la curva

(Figura 53), en el número de individuos por especies y la distancia entre ellas (Feinsinger, 2004); en la curva dominan las especies de arbustos como: *Chrysobalanus icaco* (Ci), *Cephalanthus occidentalis* (Coc) e *Hypericum styphelioides* (Hst); en una fase de meseta y menor abundancia en la laguna, se observan especies perennes como: *Ludwigia torulosa* (Lt), *Indigofera miniata* (Im) e *Hydrolea spinosa* (Hsp), y en la cola de la curva, identificadas como especies raras (Fainsinger, 2004), se ubican algunos juveniles de *Utricularia juncea* (Uj) y *Xyris ekmanii* (Xk), que germinan indistintamente, gracias a las aisladas lluvias que se originan en esta época.

## Laguna "Los Carneros" Seca 2

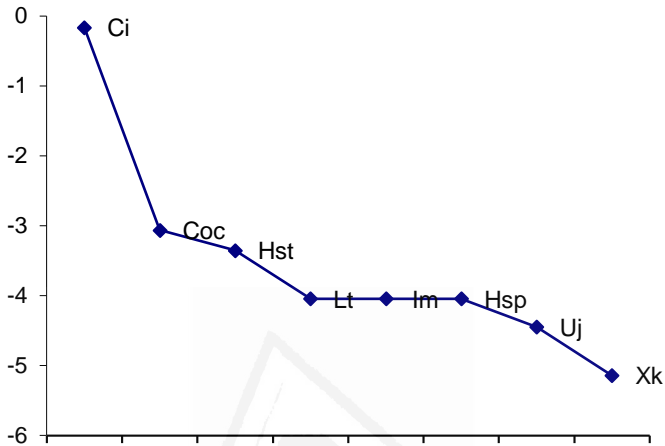


Figura 53. Curva de abundancia-dominancia en la primera etapa de sequía.

En los periodos que caracterizan esta etapa de “seca dos”, los índices de Margalef y Simpson, presentan un comportamiento estable en sus valores, relacionados fundamentalmente con la estabilidad en el número de individuos que mantiene la laguna durante este periodo (Figura 54).

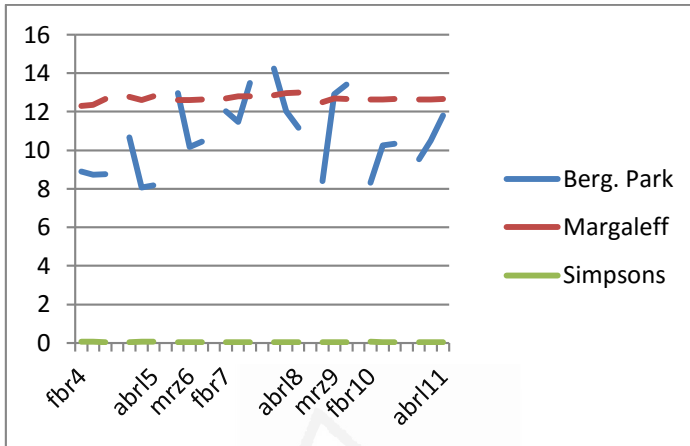


Figura 54. Valores de los índices en la etapa “seca dos” durante los ocho años.

No ocurre lo mismo con el índice de Berger-Parker, en el cual un incremento en el valor de este índice se interpreta como un aumento en la equidad y una disminución de la dominancia o viceversa (Magurran, 1988); esta inestabilidad en los valores de este índice, puede estar provocada por la ocurrencia de aisladas precipitaciones, o la ausencia de las mismas, vinculadas con el paso de los últimos frentes fríos de la temporada invernal y la cercanía del comienzo de la época de lluvia en nuestro país; esto ocasiona la

germinación de varias especies diferentes, las cuales pueden ocupar determinado valor de importancia en la comunidad, de acuerdo con la disponibilidad de agua y la incidencia de condiciones favorables, que enfrenten sus diásporas para germinar y colonizar en diferentes momentos, las distintas zonas de la laguna que se lo permitan.



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

### **4.3.3 Particularidades ecológicas de la laguna El Toro. Patrones de comportamiento estacional, en las especies acuáticas y palustres observadas.**

Las lagunas semiestacionales poco profundas sobre arenas cuarzosas, en contraposición con las descritas en el acápite anterior, se caracterizan por almacenar agua durante todo el año, con la particularidad, que durante la segunda fase de la estación lluviosa, el nivel de agua, no excede los dos metros de profundidad por encima de la superficie del sustrato, aun cuando las precipitaciones sean abundantes y la laguna sobredimensione su aforo natural.

Para el estudio de las particularidades ecológicas en este tipo de ecosistemas y los patrones de comportamiento estacional, en las especies acuáticas y palustres observadas, se toma como referencia la laguna “El Toro”; sobre la cual influyen las mismas condiciones expuestas en el acápite anterior, relacionadas con las variables

climáticas y su comportamiento en las diferentes fases, como se informa en el capítulo referido a su análisis.

Este ecosistema al igual que “Los Carneros”, se caracteriza por una dinámica estacional marcada, determinada por las relaciones existentes entre el número de individuos y los niveles de agua que presenta la laguna (Figura 55), pero se diferencia con respecto a la anterior, en varias de las especies que cohabitan en ella.

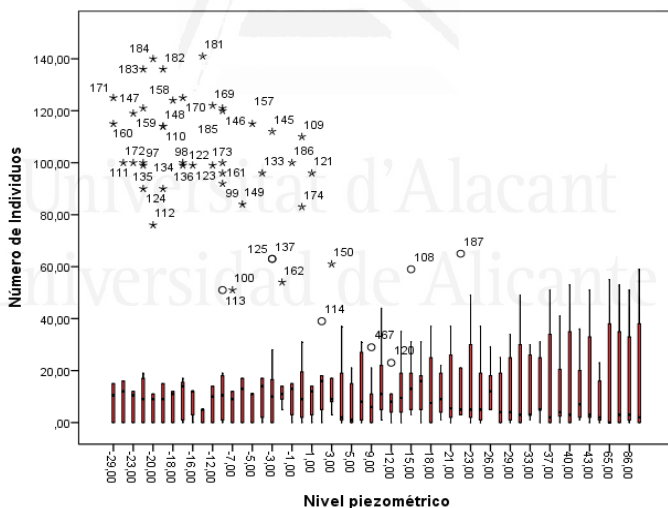


Figura 55. Relación entre el número de individuos y los niveles piezométricos.



Al analizar los resultados para la primera etapa “Lluvia uno”, entre los meses de mayo y julio, en este tipo de lagunas el comportamiento del número de individuos con respecto a los niveles piezométricos, es similar a “Los Carneros”, pero con algunas diferencias en los valores extremos, sobre todo cuando el nivel de agua está por debajo de la superficie en el ecotono, aunque el centro de la laguna siempre almacena un pequeño espejo de agua (Figura 56).



Figura 56. Laguna “El Toro” en el inicio de la época lluviosa. Esto posibilita, que la combinación de los factores abióticos propios de estas lagunas, objeto de

análisis en los acápites anteriores, faciliten la colonización de pequeños nichos en estos ecosistemas por especies diferentes a las observadas anteriormente en la otra laguna, por lo que estas variaciones de un tipo de laguna con respecto a otra, se consideran como una de las causas que favorecen el endemismo de la flora acuática y palustre sobre arenas cuarzosas de Pinar del Río.

Estos factores a su vez, también influyen en la densidad de individuos por especie y la época del año en la que se pueden encontrar (Figura 57), facilita además la presencia de algunos taxones restringidos solo a este tipo de lagunas, a pesar de que estos ecosistemas son un poco más estables, si tenemos en cuenta la presencia de agua durante todo el año, al menos en la parte central de los mismos y su posición respecto al sinclinal montañoso, ubicado al norte de la zona donde se localizan.

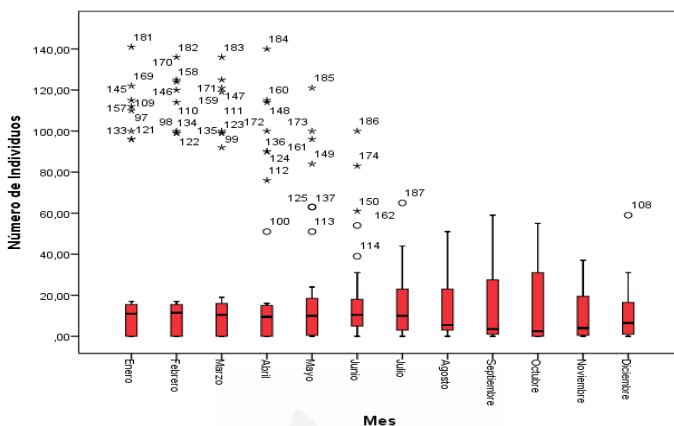


Figura 57. Comportamiento del número de individuos por meses.

En este periodo, el nivel de agua no es visible en el ecotono, pero se encuentra a pocos centímetros por debajo de la capa de arena y facilita la presencia de numerosas especies palustres (Figura 58), como: *Blechnum serrulatum* (Bs), *Eleocharis cellulosa* (Ec), *Arisitida fragilis* (Af), *Eleocharis minima* (Em), *Xyris elliottii* (Xe), *Xyris jupicai* (Xj), *Nymphaea ampla* (Nam), *Hyptis pedalipes* (Hp), *Nymphaea odorata* (Nod), *Xyris ekamnii* (Xk), *Hypharrenia rufa* (Hrf), *Cyperus giganteus* (Cgi), *Melochia savannarum* (Msv); a partir de esta especie, la pendiente de la curva se

torna más inclinada y comienza a mostrar los taxones menos abundantes (Feinsinger, 2004) en esta etapa como son; algunos ejemplares juveniles de *Chrysobalanus icaco* (Ci), *Walteria arenicola* (War), *Rhynchospora globosa* (Rg), *Chaetolepis cubensis* (Chc) y *Eragrostis cubensis* (Ecb); hacia la cola de la curva se ubican las especies raras (Feinsinger, 2004), que coinciden con su condición de endémicas como: *Hydrocotyle pygmaea* (Hpy), *Polygala squamifolia* (Psq) y *Zornia arenicola* (Zar).

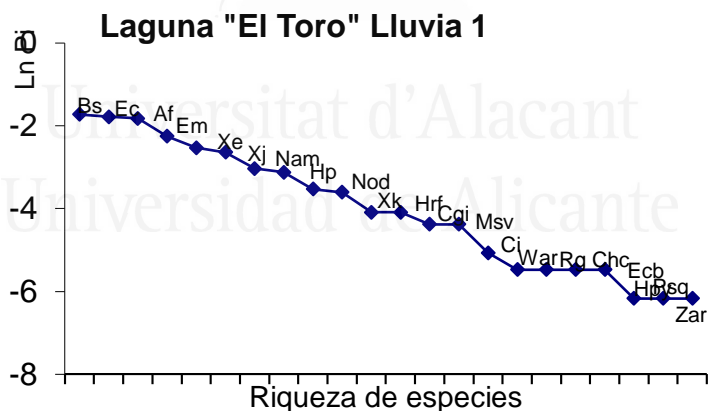


Figura 58. Curva de abundancia-dominancia en la primera etapa de lluvia.

Como información complementaria a la referida en la curva de abundancia-dominancia, se examina como se manifiestan varios índices de diversidad y estructura de la comunidad, como los de: Margalef, Simpson y Berger-Parker en los trimestres correspondientes a esta etapa durante los ocho años de investigación (Figura 59).

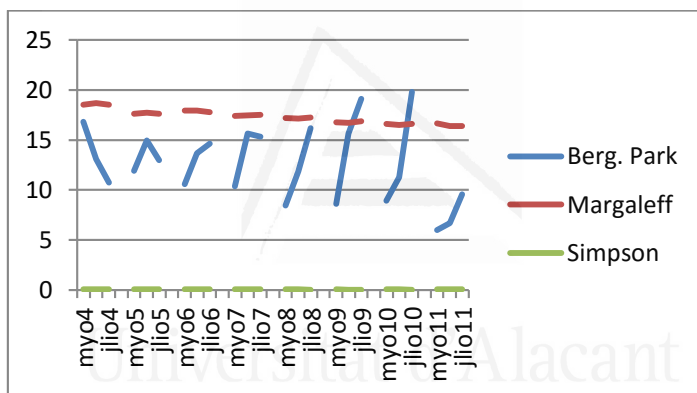


Figura 59. Valores de los índices en la etapa “Lluvia uno” durante los ocho años.

En el caso del índice de diversidad de Margalef, mantiene valores estables durante los ocho ciclos, lo que supone una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos (Magurran, 1988), aunque se considera

importante puntualizar en que este índice, muestra un ligero y gradual descenso en los años finales de la investigación, que se considera esté relacionado, con el aumento de la actividad ganadera en la zona, como resultado de las nuevas formas de gestión para actualizar el modelo económico en Cuba, y la utilización de su perímetro durante esta etapa como “pastizales” para el consumo de ganado mayor (Figura 60). Es importante recordar, que esta laguna se encuentra, en el área de amortiguamiento de la Reserva Florística “San Ubaldo-Sabanalamar”.

La utilización de estas cercas para el control de esta ganadería intensiva, sobre todo de ganado mayor (vacuno y bufalino) en el interior de las áreas de la laguna, obliga a estos animales a coexistir en un espacio reducido y por consiguiente a exceder la capacidad de carga en estos ecosistemas.

Esto conlleva a diversas consecuencias negativas para la flora típica de este tipo de lagunas como:

- Aumento de la herbivoría por competencia.
- Pérdida de hábitats
- Un aumento considerable de la cantidad de materia orgánica depositada hacia el interior de la laguna, rompiendo el equilibrio oligotrófico de estos ecosistemas.
- Aumento de la eutrofización del sustrato, derivando en la colmatación paulatina del espejo de agua.
- Aumento de las especies exóticas e invasoras



Figura 60. Cerca para la contención de ganado en la laguna “El Toro”.

De acuerdo con la estructura de la laguna en esta etapa, se analizan los valores de dos índices estimadores de abundancia proporcional; al evaluar el comportamiento de estos valores en el índice de dominancia de Simpson, que refleja un fuerte preponderancia de la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974), se observa una estabilidad en los mismos y como su valor es inverso a la equidad, presume a su vez una persistencia entre las especies dominantes que se pueden encontrar en la laguna, en este periodo.

Por su parte, en el índice de Berger-Parker, a pesar de que sostiene un incremento en sus valores en general, durante todos los periodos estudiados, también presenta hacia los últimos cuatro años un pequeño descenso en sus valores iniciales, con un aumento impetuoso a medida que avanza esta etapa de “Lluvia uno”, esto se considera como una disminución en la equidad y un aumento de la dominancia hacia las especies



hidrófitas (Magurran, 1988). Solo en el año 2011, existen valores por debajo de su comportamiento habitual, consecuencia de las amenazas a las que están sometidas y los cambios climáticos que están ocurriendo en todo nuestro país.

A partir de este momento, comienza la segunda etapa denominada “Lluvia dos”, comprendida entre agosto y octubre, que abarca el periodo con mayores porcentos de precipitación (CMP, 2012); cuando esto ocurre, la laguna se sobredimensiona (Figura 61), con la característica de ocupa solo, algunos metros hacia afuera de su aforo natural, inundando el área correspondiente a su ecotono, como se representa en su perfil de vegetación (Figura 62).



Figura 61. Laguna “El Toro” en la época de Lluvia dos.



Figura 62. Perfil de vegetación en la laguna “El Toro”, durante la etapa Lluvia dos.

Como este tipo de ecosistema, presenta una depresión central más profunda que las lagunas someras, mantiene los niveles de agua por encima de la superficie, cerca de su aforo natural, a pesar de esto, las especies que se desarrollan en estas

zonas y no soportan periodos de inundación relativamente largos, dos meses o más, desaparecen por completo en esta etapa y dan lugar a las hidrófitas, casi todas con amplio rango de distribución, que colonizan aproximadamente la totalidad del espejo de agua de la laguna (Figura 63), convirtiéndose en las más abundantes (Feinsinger, 2004) durante este periodo, entre ellas: *Utricularia foliosa* (Uf), *Utricularia incisa* (Uin), *Eleocharis minima* (Em), *Nymphaea ampla* (Nam), *Nymphaea odorata* (Nod).

Un poco menos abundantes, también con amplio rango de distribución y ubicadas casi al final de la curva, se encuentran algunas especies facultativas más resistentes como *Blechnum serrulatum* (Bs), *Hyparrhenia rufa* (Hr), *Xyris jupicai* (Xj) y *Rhynchospora globosa* (Rg); en el extremo inferior de la curva, representando a las especies raras (Feinsinger, 2004) en esta etapa, se ubican algunos juveniles de *Melochia*

*savannarum* (Msv), un endémico que ocupa un área muy restringida en el ecotono de esta laguna y que comienza a aprovechar el descenso del nivel de agua, para preparar sus órganos vegetativos en función de la estación que se avecina.

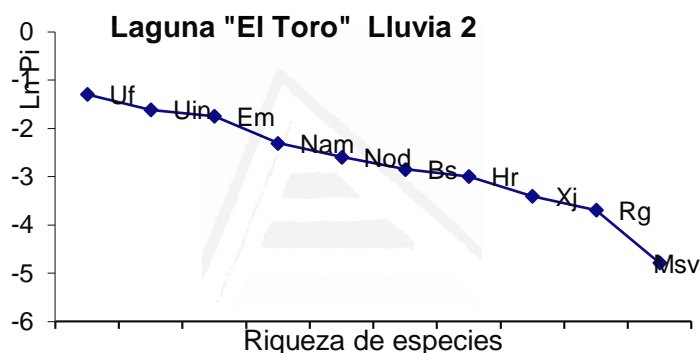


Figura 63. Curva de abundancia-dominancia en la segunda etapa de lluvia.

Resulta interesante destacar que entre los taxones más abundantes de esta etapa, se diferencia de las demás por su endemismo *Utricularia incisa* (Figura 64), una especie muy particular, que solo puede ser vista por esta fecha en esta laguna, y que presenta la peculiaridad de

poseer unas adaptaciones muy curiosas al medio acuático, que consisten en un escapo con un verticilo de órganos flotadores hinchados y fimbriados hacia el ápice, que mantienen la flor, por encima de la superficie del agua, para facilitar su polinización.



Figura 64. *Utricularia incisa*.

Manteniendo el análisis correspondiente a los índices de diversidad y estructura de la comunidad (Figura 65), como apoyo a las curvas de abundancia-dominancia pertenecientes a esta etapa de “Lluvia dos”, es visible una propensión en

el índice de Margalef, a disminuir a medida que avanza la investigación, esta disminución puede atender, al igual que la laguna anterior, al bajo nivel de las precipitaciones en la zona y la ausencia de fenómenos meteorológicos extremos, que aportan grandes volúmenes de lluvias a estos ecosistemas sobre arenas cuarzosas, como se ha ido señalando con anterioridad; esto puede originar una discordancia funcional entre el número de especies y el número total de individuos (Magurran, 1988). Sin dejar de tener en cuenta, la presión que ejerce la presencia de una ganadería intensiva en la zona.

Sin embargo, con respecto a los índices que miden la estructura de la laguna en este periodo, al igual que la etapa anterior, el índice de dominancia de Simpson mantiene estables sus valores, ya que al estar fuertemente influidos por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974), coincide con las características de esta laguna, que mantiene agua

durante todo el año y la representación de hidrófitas es perenne en su vegetación, expresado además en una equidad de estas especies, si se tiene en cuenta que su valor es inverso a esta condición de la comunidad.

Al interpretar el índice de Berger-Parker, se establece una relación directa entre la disminución de sus valores a medida que se acerca la época de sequía y los meses que lo presenta, esto representa un aumento de la equidad y una transición hacia la disminución en la dominancia de las especies hidrófitas (Magurran, 1988), propiciado por el advenimiento de la temporada de sequía en esta zona (CMP, 2012)

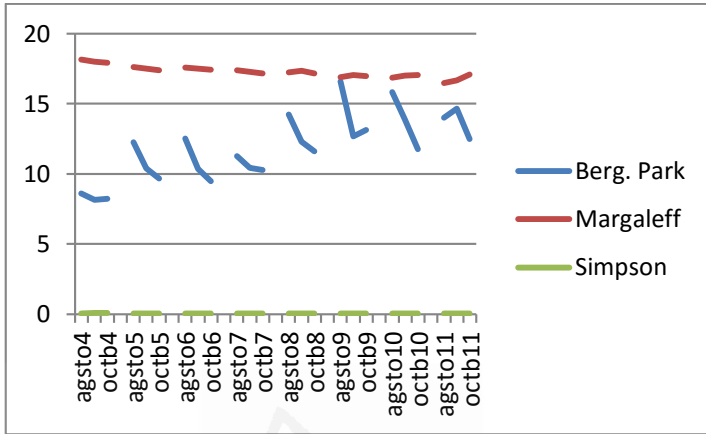


Figura 65. Valores de los índices en la etapa “Lluvia dos” durante los ocho años.

En este tipo de ecosistemas, a medida que la tercera etapa o “Seca uno” avanza, el agua comienza a retirarse gradualmente hacia el centro de la laguna, donde mantiene siempre un espejo de agua con presencia de algunas especies hidrófitas, representadas por *Nymphaea ampla*, *Nymphaea odorata* y *Utricularia foliosa* (Figura 66).

A partir de este momento, comienza la ocupación e instauración en los ecotonos y hacia el interior de la laguna, de las especies palustres que



comienzan a desarrollarse, beneficiándose de la humedad que genera todavía, el agua presente, que ya no se observa a simple vista en esta zona, pero que se encuentra por debajo de la superficie, muy cercana a ella. En esta etapa, la riqueza de especies aumenta considerablemente con respecto a todas las demás, como se muestra en la curva de abundancia-dominancia (Figura 67), con amplia presencia de taxones endémicos, casi exclusivos de esta laguna.



Figura 66. Laguna “El Toro” en la época de Seca uno.

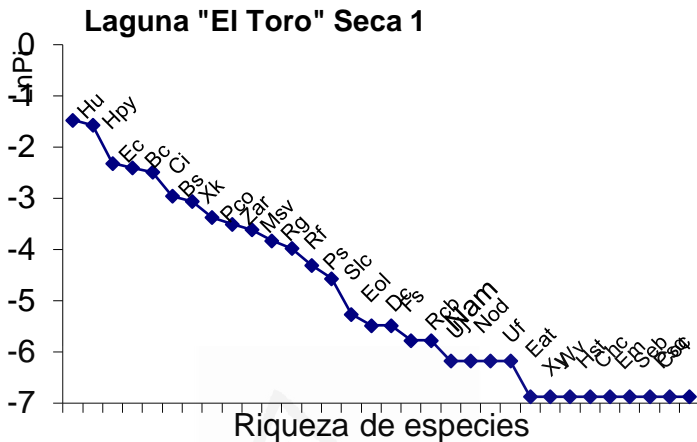


Figura 67. Curva de abundancia-dominancia en la primera etapa de sequía.

De acuerdo con Feinsinger (2004), en la parte superior de la curva se ubican las especies dominantes en este periodo, representadas por dos endemismos: *Hydrocotyle umbellata* (Hu), un endémico cubano, e *Hydrocotyle pygmaea* (Hpy), un endémico de las arenas cuarzosas de Pinar del Río. A partir de este punto, se ubican entonces en orden descendente, *Eleocharis cellulosa* (Ec), *Burmania capitata* (Bc), varios juveniles de *Chrysobalanus icaco* (Ci), *Blechnum serrulatum* (Bs), *Xyris ekmanii* (Xk), *Pontederia cordata* (Pco),

*Zornia arenicola* (Zar), una especie endémica difícil de localizar, a continuación otro endémico que ya en esta etapa deja de ser rara, *Melochia savannarum* (Msv), *Rhynchospora globosa* (Rg), *Rhynchospora fascicularis* (Rf), aparece *Pistia stratiotes* (Ps), muy vinculada con las alteraciones que está sufriendo este ecosistema, *Scleria lacustris* (Slc), *Eleocharis oligantha* (Eol), *Drosera capillaris* (Dc), *Fuirena scirpoidea* (Fs), *Rhexia cubensis* (Rcb), *Utricularia juncea* (Uj), *Nymphaea ampla* (Nam), *Nymphaea odorata* (Nod), *Utricularia foliosa* (Uf) y *Eragrostis atrovirens* (Eat); al final de la curva donde se encuentran las especies raras o menos abundantes (Feinsinger, 2004), la pendiente en el gráfico establece una meseta con *Xyris yupicai* (Xj), *Woodwardia virginica* (Wv), *Hypericum styphelioides* (Hst), *Chaetolepis cubensis* (Chc), *Eleocharis minima* (Em), *Sauvagesia erecta subsp. brownei* (Seb), *Polygala squamifolia* (Psq) y escasos juveniles de *Cephalanthus occidentalis* (Coc).

En el análisis de los índices, que se toman como referencia para el estudio de la estructura y composición de este ecosistema en el tiempo de investigación (Figura 68), lo más notable se representa por una drástica disminución con respecto a los valores que muestra el índice de Berger-Parker, lo que se interpreta como un deterioro notable en la equidad de la comunidad (Magurran, 1988); de acuerdo con esta autora y muy relacionado con lo que está ocurriendo en esta laguna, no solo por la explotación ganadera intensiva, sino también por los efectos de las sequías cada vez más largas, y la exposición a la depredación, eutrofización, colmatación y contaminación es mayor; esta expresión trae consigo un aumento en la abundancia de otras especies, sobre todo exóticas e invasoras, que por presentar mayor plasticidad ecológica y aprovechar la eutrofización a la que están siendo sometidos estos ecosistemas, colonizan ecótopos, que fueron refugios para la protección

de endemismos conservativos en lugar de progresivos (Borhidi, 1996).

En el caso de los valores correspondientes al índice de Margalef, también muestran una disminución progresiva con el paso de los años, no tan brusca como Berger-Parker, pero si evidencia una merma entre el número de especies y el número total de individuos en la laguna (Magurran, 1988), solo con dos discretos picos recuperativos, en los meses de diciembre de 2009 y 2010, y se considera, que está relacionado con una etapa precedente favorable, en el periodo de lluvia dos, provocado por el paso de huracanes y tormentas tropicales en los años anteriores (CMP, 2012).

El índice de Simpson, muestra una estabilidad aparente, en el grado de dominancia que existe en la comunidad y como está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974), puede traer como consecuencia una falsa interpretación de estos

resultados, sino se conoce la historia natural de los ecosistemas y son utilizados solo en un trabajo de mesa.

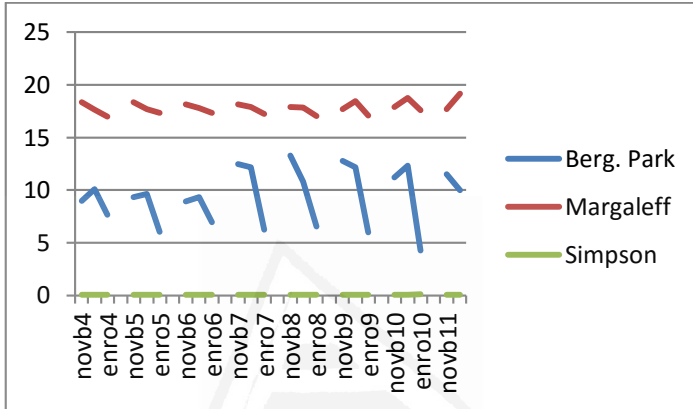


Figura 68. Valores de los índices en la etapa “Seca uno” durante los ocho años.

La última etapa denominada como “Seca dos”, se caracteriza por presentar un ecosistema muy deprimido y casi desprovisto de especies, el agua se retira completamente hacia la concavidad central de la laguna y solo se observa un pequeño espejo de agua con cuatro o cinco metros de diámetro, con escasos individuos de *Nymphaea ampla* y *Nymphaea odorata*.

Como los registros de lluvia para esta etapa, son los menores registrados dentro del año completo (CMP, 2012), las especies que dependen de la humedad en el sustrato para sobrevivir, ya fructificaron y dejan sus diáporas en el suelo, cubiertas por los restos de las partes vegetativas que aportan ellas mismas y sus vecinos cercanos, las especies anuales y bienales pierden sus partes aéreas y mantienen en estado de latencia sus rizoma y/o tubérculo, en espera de una época favorable para iniciar su desarrollo nuevamente. Además de las particularidades adaptativas de las especies que conviven en estos ecosistemas de arenas cuarzosas, hay que añadir la influencia de varios factores que están afectando la riqueza de especies durante esta etapa, en esta laguna, como se muestra en la curva de abundancia-dominancia (Figura 69), por ejemplo: el aumento de la competencia por el alimento, entre las especies de ganado mayor, presentes en el área de la laguna; se considera como una de las

causas que posibilita, la presencia de arbustos adultos micrófilos y coriáceos como *Bignonia diversifolia* (Bid) y *Chrysobalanus icaco* (Ci) entre los taxones de la flora más abundantes, por estar ubicados al inicio de la curva (Feinsinger, 2004); teniendo en cuenta que la pendiente es muy pronunciada y la distancia entre ellos aumenta, es una muestra de que la dominancia de estas especies no es muy alta con respecto al número total de individuos presentes en la laguna, como se muestra en el perfil de vegetación correspondiente a esta etapa. (Figura 70).

Las demás especies que se pueden observar en este periodo, se corresponden con taxones herbáceos que presentan adaptaciones a los periodos de sequía prolongados, lo que les proporciona una protección contra la herbivoría que cada vez es mayor en esta etapa, por la contracción de los niveles de agua; asimismo su plasticidad ecológica, les permite un mayor rango de distribución al poder ocupar áreas eutrofizadas,



en este caso se presentan taxones como: *Eleocharis cellulosa* (Ec), *Xyris elliotii* (Xe) y *Blechnum serrulatum* (Bs); en la cola de la curva se ubican como especies raras (Feinsinger, 2004), las especies de hidrófitas que quedan restringidas al reducido espejo de agua que se mantiene en la laguna, representadas por *Nymphaea ampla* (Na), *Nymphaea odorata* (Nod) y *Utricularia foliosa* (Uf).

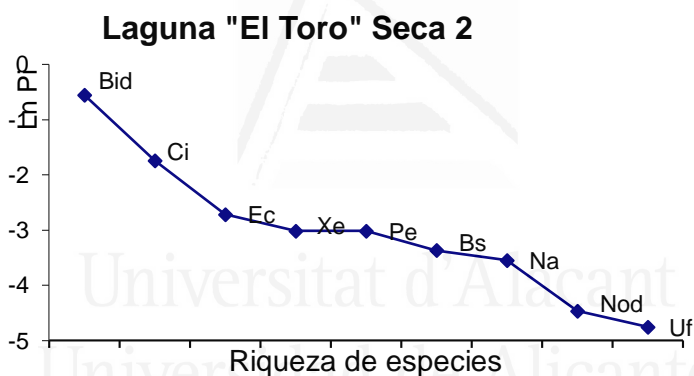


Figura 69. Curva de abundancia-dominancia en la primera etapa de sequía.



Figura 70. Perfil de vegetación en la laguna "El Toro", durante la etapa Seca dos.

Al analizar los valores aportados por los índices de diversidad, abundancia y de estructura de la comunidad (Figura 71), salta a la vista la tendencia progresiva con el paso de los años,

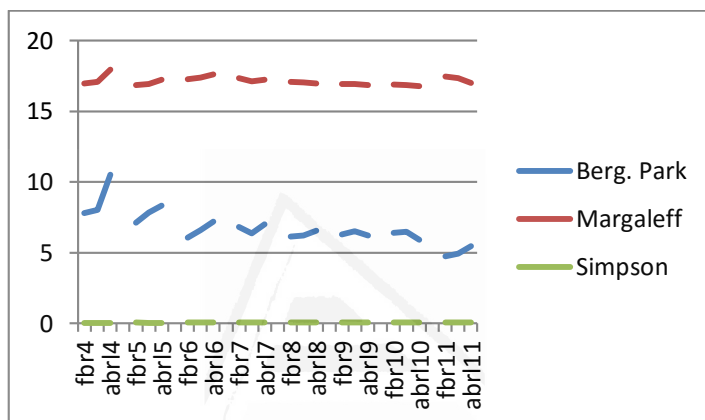


Figura 71. Valores de los índices en la etapa “Seca dos” durante los ocho años.

a un declive continuado en los valores del índice de Berger-Parker, expresado en una pérdida considerable de la equidad de este ecosistema (Magurran, 1988); favorecida por la presión de todos los procesos antrópicos, de diferentes orígenes, que están ocurriendo sobre los mismos. Al evaluar los datos aportados por el índice de Margalef, muestra una comunidad estable,

basado en que supone una relación proporcional entre el número de especies y el número total de individuos (Magurran, 1988), en este caso, el análisis realizado a la curva de abundancia-dominancia, deja claro, que el uso de estos índices, sin el apoyo de otras herramientas adicionales (Feinsinger, 2004), puede llevar a conclusiones distintas de los mismos resultados, razón por la cual es de vital importancia, el conocimiento del funcionamiento natural de estos ecosistemas.

Algo similar ocurre entre los valores relacionados con el índice de Simpson, en los cuales, al analizar su distribución gráfica, muestra una estabilidad aparente, en el grado de dominancia que existe en la comunidad, y como está vigorosamente mediado por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974), puede traer como consecuencia una falsa interpretación de estos resultados, ya que los arbustos y hierbas que ocupan esta posición en la laguna, se

consideran como especies perennes, de amplia distribución en el Neotrópico y el Caribe, ya que su plasticidad ecológica, les permite comportarse como especies palustres y adaptarse a los periodos de humedecimiento-sequía que ocurren en estos ecosistemas; a partir del aumento en la deposición de materia orgánica, originada por el ganado y el arrastre de fertilizantes, desde zonas aledañas, hacia las lagunas por el escurrimiento de las aguas superficiales.

Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

#### **4.3.4 Particularidades ecológicas de la laguna La Herradura. Patrones de comportamiento estacional, en las especies acuáticas y palustres observadas.**

Las lagunas semiestacionales sobre arenas cuarzosas con cenotes, se caracterizan por la presencia dentro del área de la laguna, precisamente de unos “cenotes” o “lagunas interiores” con profundidades que oscilan entre los 12 y 14 metros, que les permite almacenar agua durante todo el año; las identifica además, unas asociaciones de masas de materia orgánica de origen turboso, conocidas como “tembladeras” (Urquiola, 1987), estas “tembladeras”, similares a balsas flotantes, están formadas por un entramado de raíces, ramas, troncos de arbustos, restos de hojas, estiércol de ganado y turba que se deposita entre estas estructuras.

La presencia de estos particulares ecosistemas, determina una amplia riqueza de especies, sobre

todo en la época de lluvia, en contraposición con lo probado hasta ahora (Figura 72).

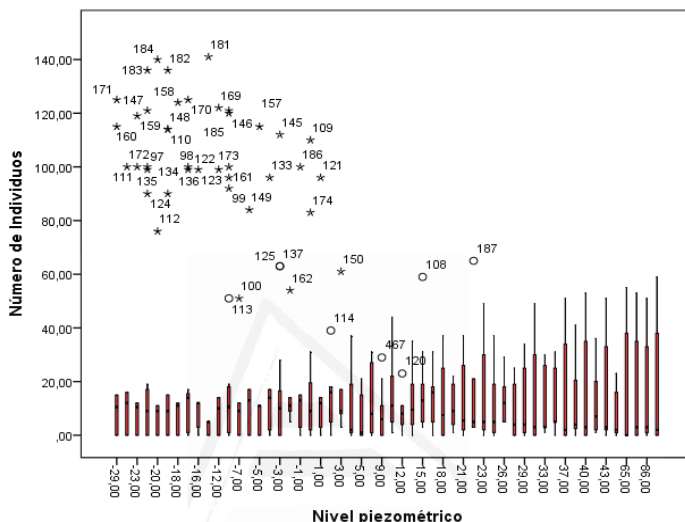


Figura 72. Relación entre el número de individuos y los niveles piezométricos. Se considera que la laguna en cuestión, presenta una dinámica estacional convencional, caracterizada por dos periodos, seca y lluvia; a diferencia de las analizadas hasta ahora, a pesar de que las variables climáticas influyen de igual forma sobre toda la zona. Este proceso está influenciado, por el rápido escurrimiento del agua

hacia los cenotes o lagunas interiores, que presentan este tipo de ecosistema.

En este caso, se tienen en cuenta, los criterios brindados por Samek & Travieso (1968), Samek & Moncada (1971), también por Díaz *et al.* (1981), que plantean la existencia de periodos de sequía entre tres y cuatro meses para esta zona, con lagunas sobre arenas cuarzosas; se suman además los criterios de Álvarez de Zayas & Sánchez (1985), sobre la oscilación del agua y la necesidad de proteger esos ecosistemas; los mismos preceptos mantiene Urquiola (1987), Novo & Luís (1989) y Borhidi (1996), que hacen referencia a estos periodos, enmarcando entre mayo y octubre el lluvioso, y el periodo seco desde noviembre hasta abril, este mismo criterio, lo utilizan de igual forma, Cejas & Herrera (1995) y Urquiola *et al.* (2010), argumentando que el comportamiento en los parámetros meteorológicos, unido a la existencia de un acuífero libre por encima de la capa impermeable

de arcillas, hace que sufra inundaciones anuales en el período hidrológico húmedo, desde finales de mayo hasta finales de octubre, mientras que al final del periodo seco, sufre una sequía extrema con déficit del precio líquido, pero con la limitación de que no hacen referencia a los meses en los que ocurre.

Esta dinámica influye notoriamente en la densidad de individuos por especies, y determina la época del año en la que se pueden encontrar (Figura 73).

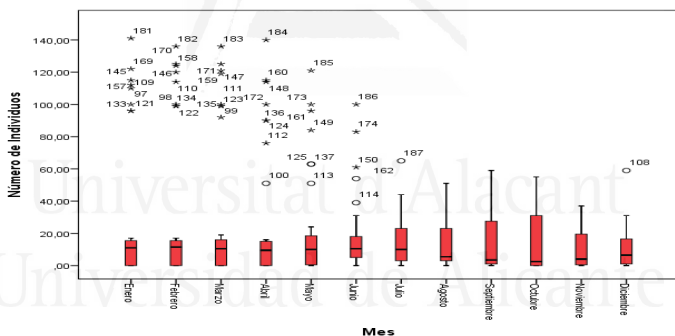


Figura 73. Comportamiento del número de individuos por meses.

A partir de los resultados que se obtienen, se manifiesta en la etapa de lluvia, un incremento notable en la riqueza de especies que se observa



en la laguna, propiciado fundamentalmente por la germinación de numerosos taxones acuáticos anuales que solo se localizan en este ecosistema, como *Bacopa longipes*, un endémico de las arenas cuarzosas de Pinar del Río y *Eleocharis confervoides*, que a pesar de tener una distribución pantropical, fue relocalizado durante esta investigación en estos humedales, después de 30 años.

Con el inicio del periodo lluvioso, este tipo de laguna se satura rápidamente y conserva durante este tiempo una capa de agua somera, que oscila entre los 15 y los 50 centímetros de profundidad, de acuerdo a como se comporten las precipitaciones durante la etapa (Figura 74).



Figura 74. Equipo de trabajo durante la investigación en la laguna “La Herradura”, durante la época de lluvia. (Al centro el Dr. Armando J. Urquiola (†), tomando fotos).

El aumento en la riqueza de especies en esta etapa, está fuertemente vinculado a la presencia de las tembladeras, las cuales, al subir el nivel del agua, se desprenden de la superficie y presentan movimientos errantes por la laguna, de acuerdo a la velocidad y dirección del viento.

Estas islas flotantes facilitan en este sentido, que sobre ellas se establezcan un numeroso grupo de especies sobre todo palustres, que encuentran

condiciones idóneas para su desarrollo (Figura 75), al mantenerse húmedo el sustrato sobre el que se encuentran.



Figura 75. Tembladera asociada a un cenote interior, en la laguna “La Herradura”.

Este tipo de ecosistemas, ubicados en grandes llanuras inundables al sur de los municipios Sandino y Guane, que representan los más occidentales de Pinar del Río, se caracterizan por su cercanía a la línea de costa; y es común durante esta etapa lluviosa, encontrar especies que se comportan como permanentes durante

casi todo el año, pero que manifiestan su máximo desarrollo en este momento.

Es necesario recordar que esta laguna se encuentra fuera de cualquier tipo de protección, a pesar de que en la década de los años 80, fue propuesta como área protegida (Urquiola com. pers.), por sus valores naturales, tanto florísticos como faunísticos. Los efectos antrópicos que han están influyendo sobre esta laguna con el paso de los años son desmedidos, este ecosistema se considera por Urquiola (1987), como uno de los relictos de vegetación acuática y palustre, más importante de las arenas cuarzosas de Pinar del Río, sin embargo, su posición geográfica y la despreocupación de los decisores, están provocando que pierda por completo sus atractivos naturales.

Como este tipo de laguna se encuentra en relieves llanos, muy alejado de los centros urbanos, con ritmos de inundación inestables unido a las características del sustrato, no posibilita los

cultivos agrícolas; entonces son sobreexplotadas mediante la ganadería extensiva; beneficiándose que sus niveles de agua en la etapa lluviosa no sobrepasan los 50 centímetros, el ganado vacuno y bufalino encuentra un sitio ideal para establecerse y alimentarse, en medio de un clima tan hostil como este.

La influencia de estos factores en la actualidad, trae como consecuencia el establecimiento en las áreas abiertas de la laguna, de abundantes especies con amplio rango de distribución y mayor plasticidad ecológica, como se muestra en la curva de abundancia dominancia (Figura 76). Los taxones más abundantes (Feinsinger, 2004), corresponden a: *Eleocharis cellulosa* (Ec), *Aeschynomene sensitiva* (Ase), *Utricularia foliosa* (Uf), *Acisanthera quadrata* (Asq) y *Pontederia cordata* (Pco); a medida que la pendiente declina (Feisinger, 2004), se ubican los taxones con menor cantidad de individuos, entre ellos: *Eleocharis confervoides* (Ecf), *Bacopa longipes*

(Blg), *Blechnum serrulatum* (Bs) y *Xyris jupicai* (Xj); hacia la cola de la curva, coincidiendo con la posición que ocupan las especies raras (Feinsinger, 2004), se encuentran dos especies endémicas con el menor número de individuos, correspondientes a *Turnera acaulis* (Ta) y *Xyris ekamnii* (Xk). Como dato curioso, se informa que esta última especie, es el único taxón endémico que se distribuye en las tres lagunas, objeto de estudio.

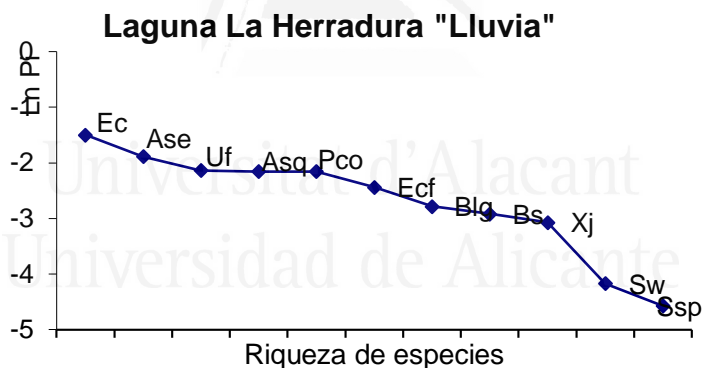


Figura 76. Curva de abundancia-dominancia en la etapa de lluvia (área abierta).

En el perfil de vegetación que se presenta para la laguna en esta etapa (Figura 77), se puede

observar la distribución de las especies, fundamentalmente herbáceas con elevada profusión de juncos (*Eleocharis cellulosa*) y algunas acuáticas como *Utricularia foliosa*.



Figura 77. Perfil de vegetación en la laguna “La Herradura”, durante la etapa de lluvia.

En esta misma etapa, la situación de la flora en las tembladeras, es diferente por completo, en comparación con las áreas abiertas de la laguna.

Este comportamiento, está relacionado directamente con la estructura de estas balsas flotantes, que al estar formadas por un entramado de raíces, ramas, troncos de arbustos, restos de hojas, todos secos, estiércol de ganado y turba que se deposita entre ellos, con un tamaño variable; no constituye una superficie lo suficientemente sólida para el apoyo de las patas

y además, soportar el peso del ganado mayor, que se encuentra en el área de la laguna (Figura 78).



Figura 78. Laguna interior rodeada de tembladeras en “La Herradura”.

No se puede olvidar una característica peculiar de estas lagunas, y es la presencia de cenotes, con profundidades que oscilan entre 12 y 14 metros, a los que frecuentemente están asociadas estas tembladeras; la presencia de *Nymphaea ampla*, *Nymphaea odorata* y *Brasenia schreberi* es permanente en estas lagunas interiores.

A pesar de que pueden resultar muy atractivas para su estudio, es importante alertar que el



trabajo sobre estas comunidades flotantes, debe realizarse con mucho cuidado, utilizando otras estructuras de madera o corcho, con amplia superficie de contacto, para evitar accidentes al trasladarse sobre ellas; además se recomienda, no realizar visitas individuales a este tipo de ecosistemas, siempre en equipo, por el peligro que representa para la vida. El ganado de la zona, ha desarrollado una adaptación a esta percepción de peligro y generalmente, no se aventura a tratar de obtener alimento, sobre ni cerca de estas zonas, a pesar de que han instalado cercas (Figura 79. a), para mantenerlos en áreas específicas; en la actualidad es poco frecuente observar accidentes, que le cueste la vida a algún animal (Figura 79. b).



Figura 79 a y b. Ganado mayor pastando en áreas de la laguna “La Herradura”.

Teniendo en cuenta lo expuesto hasta ahora, es comprensible la presencia de un nutrido grupo de especies, sobre las tembladeras que presentan estas lagunas, y que le otorgan a la misma en esta etapa de lluvia, la posibilidad de exhibir su mayor magnitud florística, en antagonismo con los dos tipos de ecosistemas estudiados hasta ahora.

Al analizar la curva de rango abundancia (Figura 80), encontramos como especies más abundantes (Feinsinger, 2004), al igual que en las áreas abiertas de la laguna, en la parte superior de la curva a: *Eleocharis cellulosa* (Ec), *Blechnum serrulatum* (Bs), las adaptaciones de estas dos

especies, ya han sido objeto de análisis, por lo que solo se mencionan en este acápite.

En la medida que la pendiente comienza a disminuir, se hace notable la presencia de taxones muy particulares de estas comunidades, que encuentran aquí condiciones favorables para la germinación y desarrollo de sus diásporas, como: *Eriocaulon pseudocompressum* (Epc), *Drosera intermedia* (Din), *Mayaca aubletii* (Mau), *Drosera capillaris* (Dc), *Osmunda cinnamomea* (Ocn), *Mayaca fluviatilis* (Mfl), *Heteranthera dubia* (Hdu), *Xyris yupicai* (Xj), *Phyllanthus heliotropus* (Phe), *Habenaria quinqueseta* (Hbq), *Sagittaria intermedia* (Sin), *Sagittaria lancifolia* (Sla), *Acoelorrhaphe wrightii* (Aw), *Elephantopus arenarius* (Ear), *Pluchea rosea* (Pr), *Eupatorium capillifolium* (Euc), *Euploca bursifera* (Eub), *Osmunda regalis* (Or), *Burmannia bicolor* (Bb), *Xyris grandiceps* (Xg), *Syngonanthus androsaceus* (San), *Rhyncospora globosa* (Rg), *Aeschynomene sensitiva* (Ase); en el extremo

inferior de la curva se ubican las especies raras (Feinsinger, 2004), que en este caso coinciden con varios taxones muy difíciles de localizar y observar en los humedales sobre arenas cuarzosas como: *Xyris smalliana* (Xs), *Xyris navicularis* (Xn); *Paepalanthus seslerioides* (Psl) y *Utricularia resupinata* (Urs).

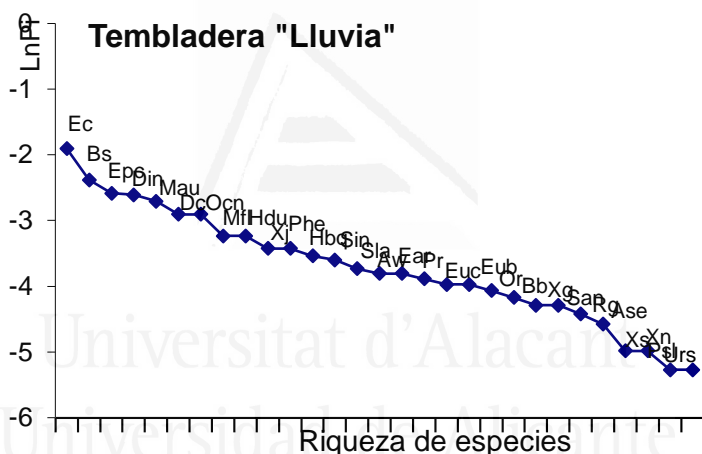


Figura 80. Curva de abundancia-dominancia en la etapa de lluvia (sobre tembladeras).

Esta riqueza de especies, se muestra a través de un perfil de vegetación (Figura 81), realizado para ejemplificar, como estas balsas flotantes durante esta etapa de lluvia, se desprenden del suelo y

pueden flotar libremente por la laguna, proporcionando refugio y sostén sobre ellas, a un número importante de especies muy particulares de estos ecosistemas



Figura 81. Perfil de vegetación sobre tembladera, laguna “La Herradura”, etapa de lluvia.

Como complemento de los métodos utilizados hasta ahora, se recurre para el análisis de la comunidad, a varios índices de diversidad que pueden aportar información importante acerca del comportamiento de estas especies en el tiempo, para esto se toman como referencia el índice de Margalef, el de Berger-Parker y el de Simpson (Figura 82); la interpretación de sus valores, puede aportar información valiosa a la hora de comprender esta comunidad.



tormentas locales severas, lluvias intensas o sequías prolongas. Durante los primeros cuatro años en la etapa de lluvia, se presenta una tendencia marcada a la disminución en los valores del índice de Margalef, lo que se revierte de forma proporcional, en un deterioro de la riqueza específica del ecosistema en general, ya que estas cifras suponen una relación activa entre el número de especies y el número total de individuos. Pero no solo el clima marca diferencias en los procesos naturales, también se suma a los disturbios que generan este declive en la actualidad, la fuerte antropización a la que están sometidos casi la mayoría de estos ecosistemas, por diferentes motivos.

La distribución gráfica de los números atribuidos al índice de Berger-Parker, muestra un comportamiento errático en estos cuatro años, al inicio de la investigación se observa un aumento hasta el mes de julio de 2004 y a partir de ese punto, comienza a restringirse hasta el año 2006;

de acuerdo con Magurran (1988), la disminución en los valores de este índice, se interpreta como un incremento en la dominancia y una disminución de la equidad en la comunidad; hay que recordar durante este periodo, que la zona fue afectada con severidad por varios huracanes de gran intensidad (CMP, 2012).

Estos influyen de forma negativa sobre las tembladeras, importante refugio de la mayoría de las especies en este tipo de lagunas, las mismas se encuentran flotando sobre el agua y a merced del viento; razón por la cual sufren divisiones e incluso pueden desintegrarse. El año 2007, este índice se manifiesta con otro proceder intermitente, aunque revela una pequeña recuperación hacia los años que le siguen.

Para este periodo de cuatro años en la laguna La Herradura, durante la etapa de lluvia, el índice de Simpson, mantiene valores estables en correspondencia con la dominancia que ejercen algunas especies de mayor importancia con



respecto a los datos, sin evaluar la contribución de las demás especies.

Al continuar con los análisis pertenecientes a los últimos cuatro años de la investigación (Figura 83), se observa un comportamiento en el índice de Margalef, muy similar a los precedentes, pero con una evidente propensión a continuar su contracción, incluso en los valores iniciales de la etapa lluviosa, evidenciando el detrimento de la riqueza específica de estos ecosistemas con el paso del tiempo, propiciado por las presiones que originan los disturbios que están influyendo sobre ellos, de manera negativa.

El índice de Simpson, mantiene su estabilidad, a pesar de los cambios que ocurren en la laguna, esto influye en los resultados durante la investigación, para decidir el uso de otros índices, como apoyo a la interpretación de los datos (Feinsinger, 2004), obtenidos a partir de las curvas de rango abundancia, para contribuir a una visión

más amplia de la composición y estructura de estos ecosistemas en el tiempo.

Sin embargo, las cifras relacionadas con el índice de Berger-Parker, presentan durante estos cuatro años un patrón más estable, con respecto a la etapa precedente, con un ascenso sostenido durante la etapa lluviosa a partir del año 2009; se teoriza que puede estar relacionado con el paso por Pinar del Río, de dos huracanes de gran intensidad a finales del 2008, solo con 10 días de diferencia entre ellos; el primero rompió el récord absoluto para Cuba, de velocidad en los vientos con más de 250 k/h y a su vez también destruyó los instrumentos diseñados para medir esta variable; el segundo aportó más de 300 mm de lluvia y en algunos lugares más de 500 mm, de acuerdo con los reportes de la Estación Meteorológica de Isabel Rubio (CMP, 2012).

A partir de ese año, no se registra otro evento extremo y por lo tanto se considera este aumento en los valores de este índice, como una respuesta

recuperativa a las condiciones climáticas normales a partir del año 2009, con un ligero declive característico al final de la etapa lluviosa, coincidente con el comienzo del periodo de sequía.

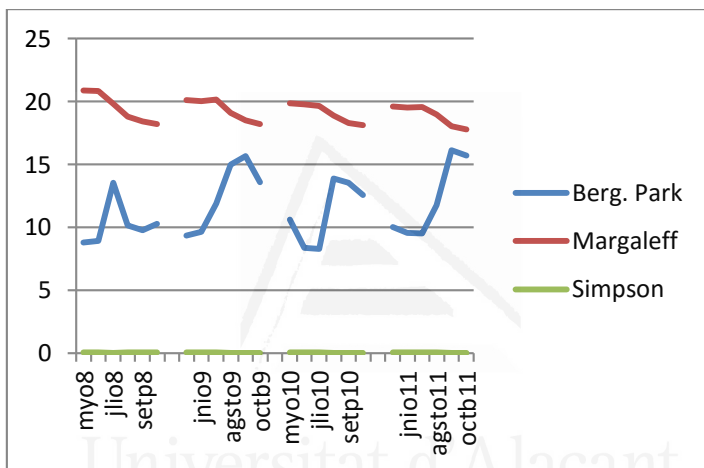


Figura 83. Valores de los índices en la etapa de Lluvia durante los últimos cuatro años.

El periodo de sequía en este tipo de ecosistemas, se enmarca entre los meses de noviembre y abril, de acuerdo con Urquiola (1987), Novo & Luís (1989) y Borhidi (1996), aunque el inicio de esta fase puede estar caracterizado por la presencia de

algún fenómeno meteorológico, ya que la temporada ciclónica en Cuba, se extiende hasta el 30 de noviembre.

Esta xerofase se identifica por un vertiginoso descenso de los niveles de agua en estos ecosistemas, su posición alejada con respecto al sinclinal montañoso y la presencia de los cenotes rodeados de tembladeras, en algunos puntos internos dentro de su perímetro, semejan una llanura con parches verdes, colonizada casi en su totalidad por *Eleocharis cellulosa* en las áreas abiertas de la laguna al inicio de esta fase (Figura 84).

Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante



Figura 84. Laguna “La Herradura” en época de seca, al fondo y a la derecha, un parche verde de tembladeras que rodean un cenote.

En esta etapa, como se muestra en la curva de abundancia dominancia (Figura 85), además del dominio casi absoluto de *Eleocharis cellulosa* (Ec), solo se pueden encontrar limitados individuos de otras especies con mayor rango de distribución y resistentes a la sequía, que se localizan sobre todo hacia los ecotonos y presentan adaptaciones contra la herbivoría como lo demuestra la distancia entre los puntos de la

curva (Feinsinger, 2004) y la pendiente en franco declive, entre otros: *Cladium jamaisense* (Cj), *Acoelorrhaphe wrightii* (Aw), *Aeschynomene sensitiva* (Ase), *Rhynchospora fascicularis* (Rf); al final se ubica la especie *Drosera capillaris* (Dc), con escasos individuos.

### Laguna "La Herradura" Seca

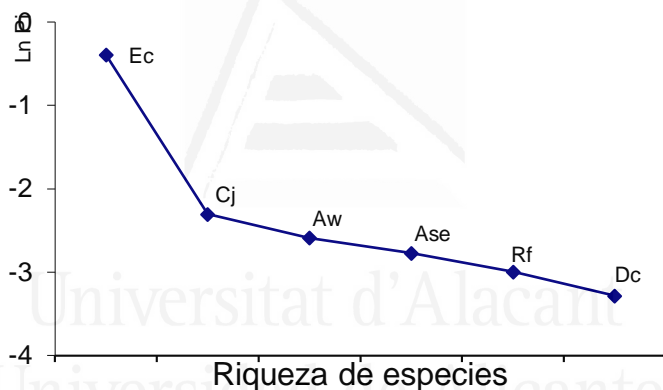


Figura 85. Curva de abundancia-dominancia en la etapa de seca (área abierta).

A partir de que esta época de sequía avanza, unido a la presión que ejerce el ganado sobre las pocas especies que sobreviven en las áreas abiertas de la laguna, disminuye notablemente la

diversidad de especies, como se aprecia en el perfil de vegetación correspondiente a esta etapa (Figura 86).



Figura 86. Perfil de vegetación en la laguna “La Herradura”, durante la etapa de seca.

La situación para la vegetación que se encuentra sobre las tembladeras, varía un poco con respecto a la época de lluvia, esto se ve influenciado sobre todo por la posición en la que se asocian a los cenotes, porque después que los niveles de agua en la laguna se encuentran por debajo de la superficie, estas estructuras quedan fijas a la zona donde quedaron consignadas y puede ocurrir, que alguna de ellas quede varada en un área abierta de la laguna sobre tierra firme, y el ganado aproveche este momento para alimentarse de las especies que viven en estas comunidades.

Algunas de las especies que encuentran refugio en estas balsas flotantes, corren con mejor suerte que otras, de acuerdo al borde que haya quedado asociado a las lagunas interiores, ya que la humedad no se distribuye de igual forma hacia los extremos exteriores, en los cuales el ganado consume todas las especies que le proporcionan alimento y la diversidad de especies disminuye con respecto a la época de lluvia, como se muestra en la curva de abundancia dominancia (Figura 87).

Al inicio de la curva, se encuentran dominando estos ecosistemas (Feinsinger, 2004) durante esta etapa, las especies: *Blechnum serrulatum* (Bs) y *Eleocharis cellulosa* (Ec), a las cuales nos hemos referido antes, por su amplia presencia en los humedales sobre arenas cuarzosas de Pinar del Río; a partir del segundo punto la curva hace una inflexión hacia abajo, donde comienza a mostrar la ubicación de varias especies que, en mayor o menor abundancia, se mantienen sobre



estas tembladeras como: *Drosera intermedia* (Din), *Osmunda cinnamomea* (Ocn), *Sagittaria lancifolia* (Sla), *Xyris grandiceps* (Xg), *Cladium jamaicense* (Cj), *Osmunda regalis* (Or), *Lachnanthes caroliniana* (Lca), *Mayaca aubletii* (Mau), *Mayaca fluviatilis* (Mfl) y *Xyris yupicai* (Xj); en este punto ocurre otra desviación hacia la parte inferior de la cola en la curva, mostrando las especies raras (Feinsinger, 2004) para esta etapa, como: *Xyris ekamii* (Xk) y *Eriocaulon pseudocompressum* (Epc)

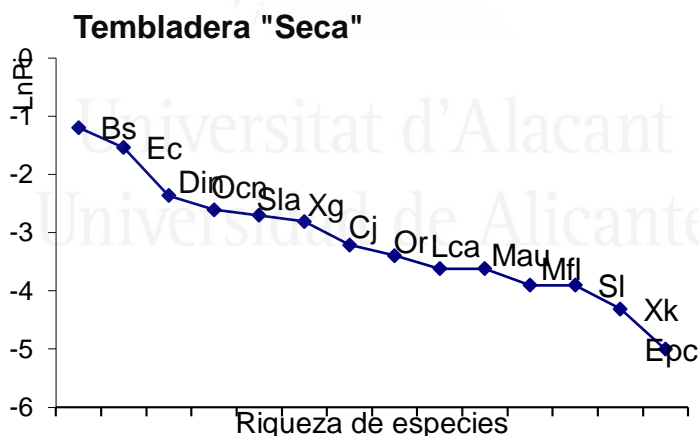


Figura 87. Curva de abundancia-dominancia en la etapa de seca (sobre tembladeras).

El perfil de vegetación (Figura 88), muestra una tembladera ubicada sobre la superficie de la laguna, al bajar los niveles de agua en época de sequía; donde se puede apreciar la disminución de especies con respecto a la etapa anterior.



Figura 88. Perfil de vegetación sobre tembladera, laguna “La Herradura”, etapa de seca.

Al igual que para la temporada precedente, y con el objetivo de ofrecer una información lo más completa posible acerca del comportamiento de estas comunidades; la investigación se divide en dos momentos de cuatro años, para analizar los índices de Margalef, Berger-Parker y Simpson (Figura 89), en la la etapa de sequía, como complemento para profundizar, sobre los datos aportados por las curvas de abundancia dominancia (Feinsinger, 2004)

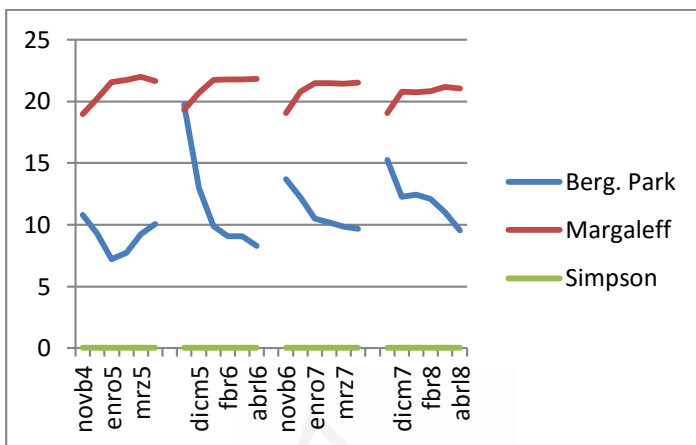


Figura 89. Valores de los índices en la etapa de seca durante los primeros cuatro años.

Como el índice de Margaleff supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos (Magurran, 1988), estos valores van a mantener una propensión al aumento, sustentado sobre todo en el número de individuos de *Eleocharis cellulosa*, que es muy alto y se mantiene así durante una gran parte de la etapa, tanto en las áreas abiertas de la laguna, como sobre las tembladeras, en consonancia con su posición en las curvas analizadas.

En los inicios del año 2005, los valores del índice de Berger-Parker en esta comunidad durante la época de sequía, tuvieron un ascenso gradual hasta finales de la temporada, se especula que esté relacionado con el paso de un fuerte huracán que azotó la zona a finales del 2004; sin embargo, este comportamiento no se mantiene de esa forma durante los años restantes, y sus cifras en el gráfico, comienzan a mostrar un descenso continuo en los años siguientes hasta abril del 2008.

De acuerdo con Magurran (1988), la disminución en los valores de este índice, evidencian una disminución en la equidad de la comunidad y un aumento en la dominancia de algunas especies, como se comprueba a través de los estudios que sustentan esta investigación. No se descarta el uso del índice de Simpson, para esta fase, pero una vez más sus cuantías demuestran que el empleo de varios índices, pueden complementar mejor un estudio de este tipo (Feinsinger, 2004), y

no utilizar uno solo por apropiado que parezca; en este caso, los valores de este índice, a pesar de que está influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974), mantiene estables sus valores, y si no se conoce la historia natural de los ecosistemas que se estudian, puede generar confusiones a la hora de interpretar los datos que ofrece.

Para analizar el comportamiento de la comunidad en los últimos cuatro años, se utilizaron los mismos índices, con el fin de completar el estudio de una forma homogénea (Figura 90).

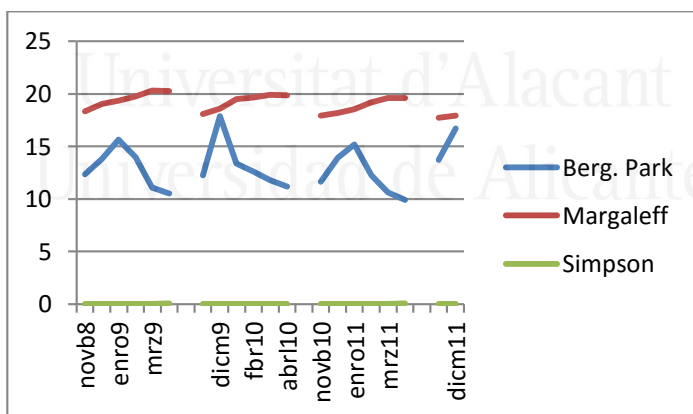


Figura 90. Valores de los índices en la etapa de seca durante los últimos cuatro años.

La tendencia en los valores correspondientes al índice de Margalef, mantiene un ascenso gradual, al igual que los cuatro años precedentes; aunque no se puede dejar de tener en cuenta, que con el paso de los años, las cifras de inicio son más bajas, aspecto que puede estar relacionado con la disminución en el número de especies, ocasionada a su vez, por los disturbios antrópicos a los que está siendo sometida la laguna.

Con respecto a los valores en el índice de Berger-Parker, se considera que su aumento está relacionado con el paso de varios huracanes y/o tormentas tropicales, a finales del año precedente a cada aumento, como ocurrió a inicios del 2005; lo que se razona como una adaptación de estos ecosistemas ante el paso de fenómenos naturales extremos, por la ubicación que presentan al sur de la provincia de Pinar del Río, que a su vez es la más afectada por organismos tropicales de este tipo en Cuba (CMP, 2012).

El aumento en la equidad de la comunidad, proporcional con el incremento en los valores del índice de Berger-Parker, ocurre casi siempre antes de los meses de intensa sequía, relacionado con la disponibilidad de agua que pueda mantener la laguna y la riqueza de especies que pueda presentar en las tembladeras, para contrarrestar el efecto de las especies dominantes en este ecosistema.

Al analizar los últimos cuatro años para el índice de Simpson, la depresión visible que sufren estas cifras durante los meses en que la equitatividad, demostrada por los índices de Berger-Parker aumenta; en este caso si queda demostrado, que este índice basado en abundancias, es inverso a la equidad en la comunidad, debido fundamentalmente a que se encuentra vinculado estrechamente con la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974), sin evaluar la contribución de las demás especies.





## **5. Conclusiones:**

- La posición geográfica, el sustrato y las características del relieve, en los humedales interiores sobre arenas cuarcíticas, influyen en los ritmos de inundación que presentan cada uno de estos ecosistemas.
- Los ritmos de inundación en cada tipo de laguna y la composición fisicoquímica del agua y el sustrato, determina la composición, riqueza y abundancia de especies acuáticas y palustres,

relacionadas con las distintas tipologías de lagunas, durante las diferentes épocas del año.

- Se demuestra a través de los resultados, la amplia riqueza y diversidad de la flora acuática y palustre, presente en los humedales interiores sobre arenas cuarcíticas, caracterizada por un gran número de herbáceas y su alto endemismo.
- Más del 80% de las especies evaluadas, se encuentra en las categorías de amenaza más sensibles y representan una preocupación mayor, ante las transformaciones que están ocurriendo en estos ecosistemas, la muestra fehaciente de este lamentable proceso, se expresa en el reporte de los taxones que se informan como extintos.

## 6. Recomendaciones

- Continuar profundizando en el estudio de las características propias de este grupo de especies y de los ecosistemas donde habitan, para facilitar información a los responsables de tomar decisiones, acerca del peligro que se cierne sobre ellas, con vistas a su conservación.
- Confeccionar y proponer a las autoridades pertinentes, un proyecto de investigación, que cubra todas las aristas posibles, para

complementar la información que se brinda en este documento.

- Implementar un estudio integral en el futuro, que incluya el comportamiento de las especies invasoras, presentes en el área.
- Fomentar en los decisores a nivel de país, provincia y municipios; la necesidad de mitigar los impactos antrópicos, basados en un ordenamiento adecuado, riguroso y aplicable, respaldado por una legislación y presupuestos adecuados.

## Referencias bibliográficas

- Academia de Ciencias de Cuba, (ACC), Ciego de Ávila. 1985. Intento de caracterización físico-geográfico de la provincia Ciego de Ávila [Inédito], Ciego de Ávila. Cuba.
- Acevedo-Rodríguez, Pedro & Strong, Mark T. 2012. Catalogue of Seed Plants of the West Indies. Smithsonian Contributions to Botany, number 98, xxv + 1192 pages, 3 maps, 4 tables.
- Acevedo, M. 1980. *Geografía Física de Cuba*. Edit. Pueblo y Educación, La Habana 313 pp.

- Adámoli, J. 1999. *Los humedales del Chaco y del Pantanal*. Universidad de Buenos Aires.
- Apha, Awwa, Wpcf., (1989). Standard methods for the Examination of Water and Waste Water. 15 th edic. Am. Publ. Healt Assoc.-Am. Water Works Assoc.–Polut. Control Fed. New York.
- Aguilar Trujillo, JR., Betancourt Gandul, M., Cabrera Rivas, C. & Urquiola Cruz, A. 2009. *Nelumbonaceae* – En Greuter, W. & Rankin Rodríguez, R. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 15 (10). Pp. 8. - A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.
- Aguilar Trujillo, JR., Cabrera Rivas, C., Betancourt Gandul, M., & Urquiola Cruz, A. 2009. *Nymphaeaceae* – En Greuter, W. & Rankin Rodríguez, R. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 15 (11). Pp. 26. -

A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell,  
Liechtenstein.

Alain, Hno. 1974. *Flora de Cuba*. Suplemento.  
Instituto Cubano del Libro, Habana, 150  
pp.

Alain, Hno. 1964. *Flora de Cuba*. Vol. 5.  
Asociación de Estudiantes de Ciencias  
Biológicas, Publicaciones, La Habana,  
364 pp.

Alcolado, P. M., García, E. E. & Arellano-Acosta,  
M. 2007. Proyecto PNUD/GEF Sabana-  
Camagüey en: Ecosistema Sabana-  
Camagüey. Estado actual, avances y  
desafíos en la protección y el uso  
sostenible de la biodiversidad. (Eds.) P.  
M. Alcolado, E. E. García y M. Arellano-  
Acosta. Ed. Academia, La Habana, 183  
pp.

Álvarez, A., Sánchez C. & Uquiola A. 1985.  
Plantas interesantes de la laguna  
“Jovero”, Sandino, Pinar del Río. Revista

del Jardín Botánico Nacional 6 (1): 109-115

Álvarez Cobiela M. & Cirujano S. 1996. Las Tablas de Daimiel. Ecología Acuática y Sociedad. Colección Técnica. Madrid.

Álvarez Conde, J. 1958. Historia de la Botánica en Cuba. Junta Nacional de Arqueología y Etnología. La Habana. 353 pp.

Areces Berazaín, F. & Fryxell, P. 2007. *Malvaceae* – En Greuter, W. & Rankin Rodríguez, R. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 13. Pp. 228. – A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.

Ávila, J., N. Enríquez y I. E. Méndez, 1988. “Cuatro nuevas familias para el distrito de serpentinitas de Camagüey”. Rev. *Jardín Bot. Nac.*, 9 (3): 85-88. 1988.



- Aymard, G. & V. 2005. Bosques de los llanos de Venezuela: consideraciones generales sobre su estructura y composición florística. Pp. 19-48: Catálogo ilustrado y anotado de las plantas vasculares de los Llanos de Venezuela. R. Duno de Stefano, G. Aymard & O. Huber (Eds.). FUDENA, FUNDACIÓN POLAR, FIBV
- Aymard, G. & V. González-Boscán. 2007. Consideraciones generales sobre la composición florística y diversidad de los bosques de los Llanos de Venezuela. Pp. 59-72. En Las Tierras Llaneras de Venezuela, J. M. Hétier y R. L. Falcón (Eds.). Editorial Venezolana C.A. Mérida, Venezuela.
- Andam, K. S., P. J. Ferraro, A. Pfaff, G. A. Sanchez-Azofeifa & J. A. Robalino. 2008. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 105, 16089–16094.

- Anderson, A. B. 1981. White-sand Vegetation of Brazilian Amazonia. *Biotropica* 13 (3): 199-210.
- Baldwin, A. H., K. L. McKee & I. A. Mendelssohn. 1996. The influence of vegetation, salinity, and inundation on seed banks of oligohaline coastal marshes. *Ame. J. Bot.* 83: 470 - 479.
- Beard, J. S. 1953. The savanna vegetation of Northern Tropical America. *Ecol. Monog.* 23: 149-215.
- Beck, S.G. 1984. Comunidades vegetales de las sabanas inundables del NE de Bolivia. *Phytocoenología* 12: 321-350.
- Bennett, H. H. & Allison R. V. 1928. Los suelos de Cuba y algunos nuevos suelos de Cuba. Edit. Revolucionaria, La Habana. 1966: 125-375.
- Berazaín, R., Areces F., Lazcano J.C. & L.R. González-Torres 2005. Lista roja de la

- flora vascular cubana. Documentos 4.  
Jardín Botánico Atlántico, Gijón.
- Biochino, A. A. & Ortega, J. 1984. Características de la vegetación de algunos embalses de Cuba. *Ciencias Biológicas* 12: 61-80.
- Bisse, J. 1981. *Árboles de Cuba*. Edit. Cienc. Tec. Ciudad de la Habana, 384 pp.
- Bisse, J. 1975. Die floristische stellung und glioderung Kubas. *Wiss. Friederich-Schiller. Univ. Jena.* 4 Folge pp. 365-371
- Bleackly, D. & Khan, E. J. A. 1963. Observations on the white sand areas of Berbice formation, British Guiana. *Journ. of Soil Sc.* 14 (1): 44-56.
- Boelcke, O., D. M. Moore & F. A. Roig. 1985. *Transecta Botánica de la Patagonia Austral*. Consejo Nacional de Investigación Científica y Técnica de Argentina-Instituto de la Patagonia de Chile-Royal Society, Buenos Aires-Londres.

- Boero, F. Belmonte G., Bussotti S., Fanelli G., Frascetti S., Giangrande A., Gravili C., Guidetti P., Pati P., Piraino S., Rubino F., Saracino O.D., Schmich J., Terlizzi A. & S. Geraci (2004). From biodiversity and ecosystem functioning to the roots of ecological complexity. *Ecological Complexity* 1: 01-109
- Borhidi, A. 1996. *Phytogeography and Vegetation Ecology of Cuba*. Akademiai Kiado, Budapest.
- Borhidi, A. (1985). Phytogeographical survey of Cuba I. The phytogeographic characteristics and evolution of the flora of Cuba. *Acta Bot. Acad. Scient. Hung.* 31(1-4):3-34.
- Borhidi, A., Muñiz, O. & Del Risco, E. 1979. Clasificación fitocenológica de la vegetación de Cuba. *Act. Bot. Hung.* 25 (3-4): 263-301.

- Borhidi, A., & Herrera R. A. 1977. Génesis, características y clasificación de los ecosistemas de sabanas de Cuba. *Ciencias Biológicas*.
- Borhidi, A. 1974. *Mapificación en Cuba* [en húngaro]. Gondolat Kiadó, Budapest, 276 pp.
- Bouchard, A. 2008. Sur le chemin du Frère Marie-Victorin à la Punta de Maisí. *Quatre-Temps*. 32(2): 8-11.
- Braun-Blanquet, J. 1932. Plant sociology; the study of plant communities. Halner, London.
- Brouillet, L. 1985. Le Frère Marie-Victorin, botanist. *Bull. Soc. Animation Jard. Bot. (Montréal)* 9(3):37-42.
- Brummit, R. K. & C.E. Powel 1992. Authors of plant names. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Cantú-Salazar, L., C. D. L. Orme, P. C. Rasmussen, T. M. Blackburn & K. J.

- Gaston. 2013. Biodiversity conservation. 22, 1033–1047.
- Capote, R.P. & Berazaín, R. 1984. Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. *Revista Jardín Botánico Nacional* 5(2): 27–75.
- Capote, R.P. & Menéndez, L. 1994. La vegetación de los humedales cubanos. Resumen en el II Simposio Internacional humedales 94, C. de Zapata. Cuba.
- Capote, R.; Ricardo, N.; García, E. E.; Vilamajó, D., & Urbino, J. 1989. *Vegetación actual*. En *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*, Sección X-1: 2-3. Instituto de Geografía, Academia de Ciencias de Cuba, La Habana.
- Carabia, J.P. 1945. The vegetation of Sierra de Nipe, Cuba. *Ecol. Monography.*, 15: 321-341.
- Castroviejo, S. y G. López. 1985. Estudio y descripción de las comunidades

vegetales del “Hato El Frío”. Los Llanos de Venezuela. *Mem. Soc. Ci. Nat. La Salle* 45: 79-151.

Ceballos, G., García A. & P. R. Ehrlich. 2010. The sixth extinction crisis: loss of animal populations and species. *Journal of Cosmology*. 8: 1.821-1831.

Ceballos, G. & P. Ortega-Baez 2011. La sexta extinción: La pérdida de especies y poblaciones en el Neotrópico. *Journal of Cosmology* 6: 95-108.

Cejas, F. & P. Herrera. 1995. El endemismo de las sabanas de las arenas blancas (Cuba Occidental). *Fontqueria* 42:229-242.

Centro Meteorológico Provincial de Pinar del Río. 2012. Datos históricos de la Estación Meteorológica de “Isabel Rubio”, Guane.

Chapin, III F.S., Zavaleta E.S., Eviner V.T., Naylor R.L., Vitousek P.M., Reynolds H.L., Hooper D.U., Lavorel S., Sala O.E., Hobbie S.E., Mack M.C. & S. Díaz. 2000.

- Consecuencias of changing biodiversity.  
*Nature* 405: 234–242.
- Cirujano, S. 1980. Las lagunas manchegas y su vegetación. I. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 37: 155-191.
- Cirujano, S., Cambra, J., Gutiérrez C. 2005. Protocolos de muestreo y análisis para Macrófitos. Confederación Hidroquímica del Ebro. Comisaría de Aguas, Zaragoza. 34 pp.
- Cirujano, S. y Medina, L. 2002. *Plantas acuáticas de las lagunas y humedales de Castilla la Mancha*. Real Jardín Botánico, CSIC, Junta de Comunidades de Castilla la Mancha, España.
- Cleef, A.M. 1981. *The Vegetation of the Páramos of the Colombian Cordillera Oriental*. J. Cramer, Vaduz.
- Cobiella, J., Gil-González, S., Hernández–Escobar, A., Díaz-Díaz, S. 2000. Estratigrafía y tectónica de la Sierra del



- Rosario, Cordillera de Guaniguanico, Cuba occidental. *Revista Minería y Geología*, vol. XVII, no. 1, p. 5-15.
- Cobiella, J. 2008. Reconstrucción palinspástica del paleomargen mesozoico de América del Norte en Cuba occidental y el sudeste del Golfo de México. Implicaciones para la evolución del SE del Golfo de México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, vol. 25, no. 3, p. 382-401
- Coletto, I & Maestro, M.T. 1988: Recogida y conservación de muestras. In: Ed: Candela, L., Gurgui, A. Aguas subterráneas. Instrumentación, J. *Geophys. Res.*, 71. 3869-3882.
- Colonnello, G. 1995. La vegetación acuática del Delta del Río Orinoco (Venezuela). Composición florística y aspectos ecológicos. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*. 55(144): 3-34.

- Convention on Biological Diversity. Strategic Plan for Biodiversity 2011–2020, available in: <http://www.cbd.int/sp/> (2011).
- Convention on Wetlands. 2007. [www.ramsar.org](http://www.ramsar.org).
- Coulson, C. B., Davies, R. X. & Lewis, D. A. 1960. Polyphenoles in Plants, Humus and Soil. *J. Soil Sci.* 11: 20-44.
- Cowardin, L. M., Carter V., Golet F. C. & E. T. La Roe 1979, *Classification of wetlands and deep water habitats of the United States*, U.S., Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C.
- Cuello, A. N. 2010. Flora Vegetation and ecology in the Venezuelan Andes: A case study of Ramal de Guaramacal. *Academisch Proeschrif Universiteit van Amsterdam/IBED*. Amsterdam.
- Custodio, E. 2001. Hidroquímica e hidrología subterránea. Segunda edición. Barcelona: Ediciones Omega, 2001. p 1007 – 11095.

- De la Sagra, R. 1838. Historia Física, Política y Natural de la Isla de Cuba. Tomo I, Introducción, Geografía, Clima y Estadística. Imprenta de Maulde y Renou. Paris, Francia.
- Díaz, M. A., González L., Leiva A. T., A. R. Medina 1981. Contribución al estudio de los ecosistemas de “arenas blancas” en la provincia de Pinar del Río. Revista del Jardín Botánico Nacional, Vol 2 (2) 115-149.
- Dietrich, H. 2007. *Orchidaceae* - I, Parte general– En Greuter, W. & Rankin Rodríguez, R. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 12(1). Pp. 114. – A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.
- Ehrlich, P.R. & D. Kennedy. 2005. Millennium Assessment of Human Behavior. *Science* 309: 562–563.

- Ehrlich, P. R. & E. O. Wilson. 1991. Biodiversity studies: science and policy. *Science* 253: 758-762.
- Elleberg, H., & Mueller-Dombois, D. 1966: Tentative physiognomic ecological classification of plant formations of Earth. *Ber. Geobot. Inst. Rübel*, 37: 21-56.
- Encarnación, F. 1985. Introducción a la flora y vegetación de la Amazonía peruana: estado actual de los estudios, medio natural y ensayo de una clave de determinación de las formaciones vegetales en la llanura amazónica. *Candollea* 40: 237-252.
- Empresa Geocuba Ciego de Ávila 2002. Línea Base Ambiental Los Perros [Inédito], Ciego de Ávila. Cuba.
- Estévez, E. 2011. Metodología para la evaluación del potencial mineral de áridos naturales. Caso de estudio: llanura sur de Pinar del Río. Tesis en opción al grado de Doctor

en Ciencias, Universidad de Pinar del Río.

Fagundo, J.R. 1996. Procesos hidrogeoquímicos y calidad de las aguas. Contribución a la Hidrología y Medio Ambiente en Cuba. Eds. J.R. Fagundo, D. Pérez Franco, J.M. García, A. Álvarez-Nodarse, I. Morell. 1996.

Farinha, J.C., Costa, L., Zalidis, G., Mantzavelas, A., Fitoka, E., Hecker, N. & P. Tomàs-Vives. 1996. Mediterranean Wetland Inventory: Habitat Description System. MedWet / Instituto da Conservação da Natureza (ICN) / Wetlands International / Greek Biotope / Wetland Centre (EKBY) Publication. Volume III. 87 p.

Feinsinger, P. 2004. El Diseño de Estudios de Campo para la Conservación de la Biodiversidad. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

- Fernández Escalante E. 2009. Los hidrogramas y otros sistemas de representación del quimismo de las aguas 1. Segunda Edición. Serie: Hidrogeología hoy. Pp. 53-56
- Ferro, J. 2010. El muestreo y análisis de la vegetación: Apuntes metodológicos sobre estos temas. Revista Ecovida. Vol II, no: 1. Pp 23-28
- Finlayson, C.M. & A.G. van der Valk. 1995. Wetland classification and inventory: A summary. *Vegetation* 118:103-124.
- Finlayson, C.M., I. D. Cowie. & B. J. Bailey. 1990. Sediment seedbanks in grassland on the Magela Creek floodplain, Northern Australia. *Aquat. Bot.* 38: 163 - 176.
- Franco, P., O. Rangel y G. Lozano. 1986. Estudios ecológicos en la Cordillera Oriental-II. Las comunidades vegetales de los alrededores de la laguna de Chingaza (Cundinamarca). *Caldasia* 15: 71-75.

- Freire, L. 1968. Informe de las investigaciones de la arena sílice del yacimiento Cortés para vidrio plano y vidrio óptico. ONRM, La Habana, Cuba.
- Freire, L. 1978. Informe final sobre la exploración detallada del yacimiento de arena cuarzosa Bailén. ONRM, La Habana, Cuba.
- Freire, L.; Peláez, R. 1981. Informe final sobre la búsqueda regional de arena cuarzosa en el yacimiento La Fe-Cortés. ONRM, La Habana, Cuba.
- Fuentes, A. & G. Navarro. 2000. Estudio fitosociológico de la vegetación de una zona de contacto Chaco-Cerrado en Santa Cruz (Bolivia). *Lazaroa* 21: 73-109.
- Furrazola-Bermudez, G. 1970. Mapa geológico de Cuba, escala 1: 500 000. En *Atlas Nacional de Cuba*, pp 14-15.

- Galán De Mera, A. 2007. *Flora y Vegetación de la Estación Biológica El Frío (Llanos Occidentales del Orinoco, Apure, Venezuela)*. Publicaciones de la Asociación Amigos del Coto de Doñana, Sevilla.
- Galán De Mera, A. & J.A. Vicente Orellana. 2006. Aproximación al esquema sintaxonómico de la vegetación de la región del Caribe y América del Sur. *Anales de Biología* 28: 3-27.
- Galán De Mera, A., S. Baldeón, H., Beltrán, M. Benavente y J. Gómez. 2004. Datos sobre la vegetación del centro del Perú. *Acta Bot. Malacitana* 29: 89-115.
- Galán De Mera, A., C. Cáceres y A. González. 2003. La vegetación de la alta montaña andina del sur del Perú. *Acta Bot. Malacitana* 28: 121-147.



- Galán De Mera, A. 1995. Ensayo sintaxonómico sobre las comunidades vegetales acuáticas del Perú. *Arnaldoa* 3(1): 51-58.
- Gandoy, E. 1993: Caracterización de la vegetación submarina en la bahía de Los Perros [inédito]. Ciego de Ávila. Cuba.
- Gandullo, R. & A. M. Faggi. 2005. Interpretación sintaxonómica de los humedales del noroeste de la provincia de Neuquén, Argentina. *Darwiniana* 43(1-4): 10-29.
- Gantes, P.H. & N.M. Tur. 1993. Variación temporal de la vegetación en un arroyo de llanura. *Rev. Brasil. Biol.* 55: 259-266.
- García, E.E. 1990. La vegetación del Sur de la Isla de la Juventud. Tesis en opción al grado de Dr. en Ciencias Biológicas. Ciudad de la Habana, 109 pp. + 1 mapa, 31 fig., 9 tablas y 5 anexos. (Inédito)
- Geldmann J., M. Barnes, L. Coad, I.D Craigie, M. Hockings, N.D Burgess. 2013. Effectiveness of terrestrial protected

areas in reducing habitat loss and population declines. *Biological Conservation* 161, 230-238. Gerritsen, J. & H. Greening. 1989. Marsh seed banks of Okefenokee Swamp: Effects of hydrologic regime and nutrients. *Ecology* 70: 751 - 763.

Gerritsen, J. & H. Greening. 1989. Marsh seed banks of Okefenokee Swamp: Effects of hydrologic regime and nutrients. *Ecology* 70: 751 - 763.

Glesinger, E. 1960. Prácticas de plantación forestal en América Latina. FAO: Cuadernos de fomento forestal N° 15. 1<sup>ra</sup> Edición. Italia.

Gómez de la Maza, M. & Roig, J. T. 1914. Flora de Cuba (datos para su estudio). – *Bol. Estac. Exp. Agron. Santiago de las Vegas* 22.

González-Boscán, V. 1985. Los Bosques y Matorrales de la región de Mantecal

(estado Apure Venezuela). Trabajo de ascenso. Universidad Central de Venezuela. Caracas-Venezuela (2 tomos).

González-Boscán, V. 1987. Los Morichales de los llanos orientales: Un enfoque ecológico. Ediciones Corpoven, Caracas, Venezuela.

González Géigel, L. 2004. *Eriocaulaceae* – En Greuter, W. & Rankin Rodríguez, R. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 9 (2). Pp. 48. - A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.

González Gutiérrez, P. & Sierra Calzado, J. 2004. *Aquifoliaceae* – En Greuter, W. & Rankin Rodríguez, R. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 9 (1). Pp. 33. - A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.

González I; Farfán H. 2015. Contribución a la hidrogeología del manantial “La Pimienta” (Minas de Matahambre) mediante la aplicación de trazadores naturales. Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, GEOCIENCIAS 2015. Memorias en CD-ROM, la Habana, 4-8 de abril de 2011. ISBN: 978-959-7117-30-8

González-Torres, L. R., Leiva, A. T., Rankin, R. & A. Palmarola (eds.). 2007. Categorización Preliminar de taxones de la Flora de Cuba. Jardín Botánico Nacional. Universidad de La Habana. Ed. Feijó.

González-Torres, L. R., Leiva, A. T., Palmarola, A. & R. Rankin (eds.). 2008. Categorización preliminar de taxones de la Flora de Cuba-2008. Bissea, Vol. 2 Número Especial, noviembre 2008. Jardín

Botánico Nacional, Universidad de La Habana.

González-Torres, L. R., Leiva, A. T., Palmarola, A. & R. Rankin (eds.). 2009. Categorización preliminar de taxones de la Flora de Cuba-2009. Bissea, Vol. 3 Número Especial, noviembre 2009. Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana.

Gopal, B. 2003. Perspectives on wetland science, application and policy. *Hydrobiologia* 490: 1–10.

Gordon, E. 2000. Dinámica de la vegetación y del banco de semillas en un humedal herbáceo lacustrino (Venezuela). *Rev. Biol. Trop.* 48: 23-42.

Gordon, E. & J. Velásquez. 1989. Variaciones estacionales de la biomasa de *Eleocharis interstincta* en la Laguna El Burro (Guárico, Venezuela). *Rev. Hydrobiol. Trop.* 22: 201- 212.

- Grisebach, A.H.R. 1859–1864. *Flora of the British West Indian Islands*. Lovell Reeve & Co., London. 789 pp.
- Guerra, R., Perez, J. M., Remos, J. J., y Santovenia, E. S. 1952. *Historia de la Nación Cubana*. Editorial Historia de la Nación Cubana, La Habana, vol. 1, 368 pp.
- Haase, R. 1990. Plant communities of a savanna in northern Bolivia II. Palm swamps, dry grasslands and shrublands. *Phytocoenologia* 18: 343-370.
- Haase, R. 1989. Plant communities of a savanna in northern Bolivia I. Seasonally flooded grassland and gallery forest. *Phytocoenologia* 18: 55-81.
- Hauenstein, E., M. González, F. Peñacortés & A. Muñoz-Pedreras. 2002. Clasificación y caracterización de la flora y vegetación de los humedales de la costa de Tolten

(IX Región, Chile). *Gayana Bot.* 59(2):  
87-100.

Heery, S. 1993. *The Shannon Floodlands*. Tír  
Eolas, Galaway.

Herbario: Armando Jesús Urquiola Cruz (H.A.J.U).  
Herbario del Jardín Botánico de Pinar del  
Río.

Howard, R. A. 1973. The vegetation of the Antilles.  
In: Grahan, A. (Ed.). *Vegetation and  
vegetational history of northern Latin  
America*. Elsevier Scientific Publishing  
Company. New York, pp 1-38.

Instituto de Suelos. 1973. *Génesis y Clasificación  
de los Suelos de Cuba*. *Academia de  
Ciencias de Cuba*. La Habana, p. 253-  
264.

International Union for the Conservation of Nature  
and United Nations Environment  
Programme, 2012. *World Conservation  
Monitoring Centre, The World Database  
on Protected Areas (WDPA)* July

Release (Cambridge, UK.)  
[www.protectedplanet.net](http://www.protectedplanet.net).

International Union for the Conservation of Nature,  
IUCN Red List of Threatened Species.  
Version 2010.4. 2013.;  
[www.iucnredlist.org/technical-  
documents/spatial-data](http://www.iucnredlist.org/technical-documents/spatial-data).

Iturralde-Vinent, M. 1998. Sinopsis de la constitución geológica de Cuba. En Melgarejo J.C. & Proenza J.A., Geología y Metalogénia de Cuba: Una introducción. Acta Geológica Hispánica vol. 33, no. 1-4, p. 9-56.

Iturralde-Vinent, M. 1978. Los movimientos tectónicos de la etapa de desarrollo platafórmico de Cuba Geolllogie en Mijnbow, Holanda, vol. 57, no.2, p. 205-212.

Izquierdo Novelle, J. F. & Yero Pérez G. 2002. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. Delegación Territorial del



Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Isla de la Juventud.

Jennings, O. E. 1916. A contribution to the botany of the Isle of Pines, Cuba, based upon the specimens of plants from that island contained in the herbarium of the Carnegie Museum under date of October. Vol. XI, Nos. 1 and 2, pp. 19-290.

Jessen, R. and R. Lound. 1962. An Evaluation of a Survey Technique of Submerged Aquatic Plants. Game Investigational Report, Minnesota, Dept. of Conservation.

Joppa, L. N. & A. Pfaff. 2011. *Proc. Biol. Sci.* 278: 1633–1638.

Joppa, L. N., Roberts D. L., Myers N. & S. L. Pimm. 2011. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 108: 13171–13176.

Joppa, L. N., Visconti P., Jenkins C. N. & S. L. Pimm. 2013. Achieving the Convention

- on Biological Diversity's Goals for Plant Conservation, *Science* 341: 1100-1103.
- Junk, W.J. 1984. Aquatic plants of the Amazon system. p. 319-337. *In* H. Sioli (ed.). The Amazon, limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Dr. W. Junk, Dordrecht, Holanda.
- Junk, W.J. 1993. Wetlands of tropical South America. p. 679-739. *In* D.F. Whingham *et al.* (ed.). Wetlands of the world. Vol. 1 Inventory, Ecology and Management. Kluwer Academic, Dordrecht, Holanda.
- Kalliola, R., M. Puhakka & W. Danjoy 1993. *Amazonía Peruana. Vegetación húmeda tropical en el llano subandino.* Universidad de Turku-ONERN, Jyväskylä.
- Kartashov, I. P., Cherniajovski, A.G. & Peñalver, L.L. 1981. "El Cuaternario en Cuba. Editorial Nauka, Vol. 356, Moscú, URSS, 145 p.

- Kartashov, I. P. & Mayo, N. A. 1972. Algunas particularidades de la estructura de los depósitos del Cuaternario de Cuba central y occidental. *Serie Geol.* 10: 1-9.
- Knapp, R. 1966. Die vegetation von Nord-und Mittelamerika und der Hawaii Insuln. Fisher Verlag, Stuttgart, pp 373.
- Knapp, R. 1965. *Die vegetatorz von Nord- ZLMM Jittelal zeika und der Hazuaii-Inseln.* Fischer Verlag, Stuttgart, 373 pp.
- Köhler, J. 1993. Growth, production and losses of phytoplankton in the lowland river Spree. I. Populations dymamics. *Journal of Plankton Research* 15: 335-349.
- Koppen, V. 1918. En Microsoft® Encarta® 2006.
- Kukla, J. 1966. Informe sobre el yacimiento de arena para vidrio Santa Teresa y descripción breve de otros yacimientos de arena silíceo marinas en la provincia de Pinar del Río y la Habana. ONRM, La Habana, Cuba.

- Laessle, A. M. 1958. The origin and successional relationships of sand hill vegetation and sand pine scrup. *Ecol. Monogr.* 28: 361-407.
- Lapinel, B., Varela, N. y Cutié, V. 1998: Sequía, aridez y desertificación. Términos de referencia. Nueva versión del Sistema Nacional de Vigilancia de la Sequía. Informe Científico Técnico Oficina Territorial de Camagüey.
- Leck M. A. 1989. Wetland seed banks. p. 257 - 280. In: Leck, M. A., V.T Parker & R. L Simpson (Eds). *Ecology of Soil Banks*. Academic Press, Nueva York.
- Leck, M. A. 1989. Wetland seed banks. p. 257 - 280. In: Leck, M. A., V.T Parker & R. L Simpson (Eds). *Ecology of Soil Banks*. Academic Press, Nueva York.
- León, Hno. 1946. Flora de Cuba. Vol. I. *Cont. Ocas. Mus. Hist. Nat. Colegio La Salle*. La Habana. 8: 441 pp.

- León, Hno. & Alain, Hno. 1951. Flora de Cuba. II. *Contrib. Ocas. Mus. Hist. Nat. Colegio de la Salle* 9, Imprenta P. Fernández, Habana, 466 pp.
- León, Hno. & Alain, Hno. 1953. Flora de Cuba. III. *Contrib. Ocas. Mus. Hist. Nat. Colegio de la Salle* 10, Imprenta P. Fernández, Habana, 502 pp.
- León, Hno. & Alain, Hno. 1957. Flora de Cuba, IV. *Contrib. Ocas. Mus. Hist. Nat. Colegio de la Salle* 16, Imprenta P. Fernández, Habana, 556 pp.
- Lillienberg, D. A. 1970. Mapa geomorfológico de Cuba, escala 1:500 000. En: *Atlas Nacional de Cuba*. Inst. Geog. Acad. Cien. URSS y Cuba. pp. 26-27.
- Linares Perea, E. 2000. *Vegetación del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, Arequipa, Perú*. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.

- Liogier, A. H. 1982. La Flora de la Española. Vol. 1. Universidad Central del Este, Centenario de San Pedro de Macorís, Vol. 6, *Serie Científica* 12, Santo Domingo, República Dominicana, 318 pp.
- Liogier, A. H. 1983. La Flora de la Española. Vol. 2. Universidad Central del Este, Vol. 44, *Serie Científica* 15, San Pedro de Macorís, República Dominicana, Ediciones de la UCE, Editora Taller, 420 pp.
- Liogier, A. H. 1985 (a). La Flora de la Española. Vol. 3. Universidad Central del Este, Vol. 56, *Serie Científica* 22, San Pedro de Macorís, República Dominicana, 432 pp.
- Liogier, A. H. 1985 (b). *Descriptive flora of Puerto Rico and adjacent islands. Spermatophyta*. Vol. 1. Casuarinaceae to Connaraceae. Editorial de la

Universidad de Puerto Rico (impreso en República Dominicana), 352 pp.

Liogier, A. H. 1986. La Flora de la Española. Vol. 4. Universidad Central del Este, Vol. 64, *Serie Científica* 24, San Pedro de Macorís, República Dominicana, 378 pp.

Liogier, A. H. 1988. *Descriptive flora of Puerto Rico and adjacent islands. Spermatophyta*. Vol. 2. Leguminosae to Anacardiaceae. Editorial de la Universidad de Puerto Rico (impreso en República Dominicana), 482 pp.

Liogier, A. H. 1989. La Flora de la Española. Vol. 5. Universidad Central del Este, Vol. 69, *Serie Científica* 26, San Pedro de Macorís, República Dominicana, 398 pp.

Liogier, A. H. 1994 (a). La Flora de la Española. Vol. 6. Universidad Central del Este, Vol. 70, *Serie Científica* 27, San Pedro de Macorís, República Dominicana, 518 pp.

- Liogier, A. H. 1994 (b). *Descriptive flora of Puerto Rico and adjacent islands. Spermatophyta*. Vol. 3. Cyrillaceae to Myrtaceae. Editorial de la Universidad de Puerto Rico (impreso en República Dominicana), 462 pp.
- Liogier, A. H. 1995 (a). La Flora de la Española. Vol. 7. Universidad Central del Este, Vol. 71, *Serie Científica* 28, San Pedro de Macorís, República Dominicana, 492 pp.
- Liogier, A. H. 1995 (b). *Descriptive flora of Puerto Rico and adjacent islands. Spermatophyta*. Vol. 4. Melastomataceae to Lentibulariaceae. Editorial de la Universidad de Puerto Rico (impreso en República Dominicana), 618 pp.
- Liogier, A. H. 1996. La Flora de la Española. Vol. 8. Universidad Central del Este, Vol. 72, *Serie Científica* 29, San Pedro de Macorís, República Dominicana, 588 pp.



- Liogier, A. H. 1997. *Descriptive flora of Puerto Rico and adjacent islands. Spermatophyta*. Vol. 5. Acanthaceae to Compositae. Editorial de la Universidad de Puerto Rico (impreso en República Dominicana), 436 pp.
- Liogier, A. H. 2000. *La flora de La Española (Melastomataceae)*, 9. Santo Domingo.
- Lomakin, N., Kruglov, V., Winter, L. 1964. Trabajos de prospección geológica efectuados en 1963 en el yacimiento de arenas cuarzosas Santa Bárbara Pinar del Río. ONRM, La Habana, Cuba.
- López Almirall, A. 2013. Contribución al catálogo de flora cubana: endemismos de suelos derivados de ofiolitas. *Bot. Complut.* 37: 135-152.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.

- Malvárez, A. I. 2004. Consideraciones preliminares sobre un sistema nacional de clasificación e inventario de humedales. Documentos del curso-taller “Bases ecológicas para la clasificación e inventario de humedales en Argentina”. Ana Inés Malvárez Editora. Buenos Aires. 1a. ed. 120 pp.
- Marie-Victorin, Hno. & León, Hno. 1942. Itinéraires botaniques dans l'île de Cuba (première série). *Contr. Inst. Bot. Univ. Montréal* 41: 496 pp.
- Marie-Victorin, Hno. & León, Hno. 1944. Itinéraires botaniques dans l'île de Cuba (deuxième série). *Contr. Inst. Bot. Univ. Montréal* 50: 410 pp.
- Marie-Victorin, Hno. & León, Hno. 1956. Itinéraires botaniques dans l'île de Cuba (troisième série). *Contr. Inst. Bot. Univ. Montréal* 68: 227 pp.

- Mederos, J. L., Estévez, E., Denis, R., Sobrino, E.  
2009. Perspectivas de arena para construcción en los paleocauces de la Llanura Sur de Pinar del Río”, III Convención Cubana de Ciencias de la Tierra” Geociencias 2009”, La Habana, Cuba.
- Meffe, G.K. & R.C. Carroll. 1997. Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc. Sunderland. Massachusetts.
- Méndez, I.E., 1994. “Notas sobre la flora y vegetación de la provincia de Camagüey - I. Pteridophyta”. *Acta Bot. Cubana*, **96**: 1-12.
- Mereles, F., R. Degen, & N. López de Kochalca. 1992. Humedales en el Paraguay: Breve reseña de su vegetación. *Amazoniana* 12: 305-316.

- Mitsch, W. J. & J. G., Gosselink. 1993. *Wetlands*. Van Nostran-Reinhold, Nueva York. 722 pp.
- Mitsch, W. J. & J. G. Gosselink. 2000, *Wetlands*, John Wiley and Sons Inc., Nueva York.
- Morales, I. 1991. Estudio hidrogeológico de la zona norte de Vizcaya. Tesis Doc. Sci. Geológica. Univ. País Vasco, 503 pp.
- Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Moreno, H. J. R & García, N. E. 2007. III Reporte Nacional de la República de Cuba a la Conferencia de las Partes sobre Diversidad Biológica. Editorial Academia, La Habana.
- Mudry, J. 2006. Environmental tracing, an indicator for heterogeneities of the karst hydrosystems. AquainMed-06. Malaga, España. pp 7

- Müller, G. K. & P. Gutte. 1985. Beiträge zur Kenntnis der Vegetation der Flussauen, Sümpfe und Gewässer der zentralperuanischen Küstenregion. *Wiss. Z. Karl-Marx-Univ. Leipzig, Math-Naturwiss. R.* 34: 410-429.
- Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G Mittermeier, G.A.B. da Fonseca & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853–858.
- Neiff, J. J., 1978. Fluctuaciones de la vegetación acuática en ambientes del valle de inundación del Paraná Medio. *Physis, B*, Buenos Aires, 85(38): 41-53.
- Neiff, J. J., 1986. Aspectos metodológicos y conceptuales para el conocimiento de las áreas anegables del Chaco Oriental. *Ambiente Subtropical*, 1: 1-4.
- Neiff, J. J., Iriondo M. H, & R. Carignan, 1994. Large tropical south american wetlands: an overview. pp. 156-165. En: LINK, G.

L. and NAIMAN, R. J. (eds): The Ecology and Management of Aquatic-terrestrial Ecotones. Proceedings book, Univ. of Washington.

Novo, R., Corvea, J. L., López, M. L. & Palacios M. E. 2010. Informe de proyecto: Evaluación ambiental y caracterización de los paisajes de las llanuras cubanas. 112 pp.

Novo, R., & M. Luis López. 1989. *Bioclimas de Pinar del Río*. Departamento de Geografía, Centro de Documentación Academia de Ciencias de Cuba de Pinar del Río. 92 pp, 4 mapas.

Novo, R., Luis M., Urquiola A. & E. Vega. 1984. *Análisis paleogeográfico de las Llanuras arenosas de Pinar del Río*. Departamento de Geografía-Centro de Documentación. Instituto Superior Pedagógico de Pinar del Río. 25 pp, 2 mapas.

- Novo, R.; M. Luis & A. Urquiola. 1983. *Estudio físico geográfico de las Llanuras arenosas de Pinar del Río*. Departamento de Geografía-Centro de Documentación. Instituto Superior Pedagógico de Pinar del Río. 72 pp, 6 mapas.
- Oficina Nacional de Estadística de Cuba (ONE). 2014. Informe: Condiciones Generales del Medio Ambiente en Cuba. Estadísticas en la Revolución. 23 pp.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). 1994. Un decenio contra los Desastres Naturales. Monografía. WMO - No. 799, pp 20., Ginebra, Suiza.
- Oviedo, R. 2013. Diversidad vegetal del humedal Ciénaga de Zapata, Matanzas, Cuba. *Tesis en opción al grado científico de Dr. en Ciencias*. Universidad de Alicante.
- Palacios-Rios, M., Caluff, M. G. & Oviedo, R. 2006. *Azollacea* – En Greuter, W. &

Rankin Rodríguez, R. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 11(1). Pp. 7. – A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.

Palacios-Rios, M., Caluff, M. G. & Oviedo, R. & Hickey, J. 2006. *Isoetaceae* – En Greuter, W. & Rankin Rodríguez, R. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 11(4). Pp. 8. – A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.

Palacios-Rios, M., Caluff, M. G., Oviedo, R. & Johnson D.M. 2006. *Marsileaceae* – En Greuter, W. & Rankin Rodríguez, R. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 11(6). Pp. 12. – A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.

Palacios-Rios, M., Caluff, M. G. & Shelton, G. 2006. *Osmundaceae* – En Greuter, W. &



- Rankin Rodríguez, R. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 11(9). Pp. 10. – A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.
- Palacios-Rios, M., Caluff, M. G. & Shelton, G. 2006. *Psilotaceae* – En Greuter, W. & Rankin Rodríguez, R. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 11(11). Pp. 8. – A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.
- Palacios-Rios, M., Caluff, M. G. & Oviedo, R. 2006. *Salviniaceae* – En Greuter, W. & Rankin Rodríguez, R. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 11(12). Pp. 8. – Ruggell, Liechtenstein. Gantner.
- Peet, R. K. 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **5**: 285-307.

- Pérez, C.M., L.L Peñalver, M. Cabrera, & R. Denis, 2003. "Algunas consideraciones acerca de la evolución tectónica del extremo occidental de Pinar del Río, Cuba". Memorias del V Congreso Internacional de Geología y Minería. CD GEOMIN-2003. ISBN 959-7117-11-8. Ciudad de la Habana. Pimm, S. L., G. J. Russell, J. L. Gittleman & T. M. Brooks. 1995 Science 269, 347–350.
- Piotrowska, K. 1976. Outline of tectonics of the Pinar del Río Province (Cuba). Bull. Acad. Polon. Sci., ser. sci. terre, vol. 24, n. 3-4, p.183-191.
- Pires, J. M. & Prance, G. T. 1985. The vegetation types of Brazilian Amazon. From: Key Environments: Amazonia, Edit. By G. T. Prance and T. E. Lovejoy Pergamon Press. pp 109-145.

- Plasencia-Fraga, J. M. 2008. Flora acuática de la provincia de Camagüey, Cuba. *Polibotánica*, Núm. 25, pp. 17-28
- Poaini, K. A. & C. Jonhson. 1989. Effect of hydroperiod on seed bank composition in semi-permanent prairie wetlands. *Can.J. Bot.* 67: 856 - 864.
- Portero, J. M. & Ramírez J. I. 1998. *Memoria y hoja geológica a escala 1:50 000 de Ciudad Real (760)*. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- Pott, V.J. & A. Pott. 2000. *Plantas Aquáticas do Pantanal*. Embrapa, Corumbà.
- Pott, A. & V.J. Pott. 1994. *Plantas do Pantanal*. Embrapa, Corumbà.
- Pott, V., N. Bueno, R. Pereira, R. Salis & N. Vieira. 1989. Distribuição de macrófitas aquáticas numa lagoa na Fazenda Nhumirim, Nhecolândia, Pantanal, MS. *Acta Bot. Bras.* 3: 153-168.

- Prance, G.T. & G.B. Schaller. 1982. Preliminary study of some vegetation types of the Pantanal, Mato Grosso. Brazil. *Brittonia* 32: 228-251.
- Primack, R. B. 2008. A primer of Conservation Biology. Sinauer, Sunderland.
- Primack, R. B., Rozzi R., Feinsinger P., Dirzo R. & F. Massardo. 2001. Fundamentos de Conservación Biológica. Perspectivas Latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica. México, DF.
- Pszczolkowski, A. 1999. The exposed passive margin of North America in western Cuba, en Mann, P. (ed.), Caribbean Basins: Amsterdam, Elsevier, Sedimentary Basins of the World: Elsevier, serie: Sedimentary Basins of the World, 4, p. 93-121.
- Pszczółkowski, A, K. Piotrowska, Myczynski, R, Piotrowski, J, Skupiński, A, Grodzicki, J, Danile, N. Oski, D, Haczewski, G. 1975.

Texto Explicativo al Mapa Geológico a escala 1:250 000 de la provincia de Pinar del Río. Informe inédito I.G.P, A.C.C, ONRM, La Habana, Cuba.

Qannam, Z. 2003. A hydrogeological, hydrochemical and environmental study in Wadi Al Arroub drainage basin, south west Bank, Palestine. PhD Tesis. Institut für Geologie / LHS Hydrogeologie TU Bergakademie Freiberg

Ramsar Convention Bureau, 2001. Wetlands values and functions. Ramsar Convention Bureau. Gland. Switzerland.  
[http://www.ramsar.org/key\\_workplan\\_bureau\\_2001.htm](http://www.ramsar.org/key_workplan_bureau_2001.htm)

Ramsar Convention Secretariat. 2004. Ramsar handbooks for the wise use of wetlands. 2nd Edition Ramsar Convention Secretariat, Gland. 60 p.

Rangel, O. & J. Aguirre. 1983. Comunidades acuáticas altoandinas-I. Vegetación

sumergida y de ribera en el lago de Tota, Boyacá, Colombia. *Caldasia* 13(65): 719-742.

Rankin Rodríguez, R. 2005. *Capparaceae* – En Greuter, W. & Rankin Rodríguez, R. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 10 (1). Pp. 24. - A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.

Rankin Rodríguez, R. 2005. *Cleomaceae* – En Greuter, W. & Rankin Rodríguez, R. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 10 (2). Pp. 24. - A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.

Ratter, J.A., A. Pott, V.J. Pott, C.N. Cunha & M. Haridasan. 1988. Observations on woody vegetation types in the Pantanal and at Corumbá, Brazil. *Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh* 45: 503-525.

- Raunkiaer, C. (1934). *Life forms of plants and statistical plant Geography*. Oxford at the clareudon press
- Rial, A. 2000. Aspectos cualitativos de la zonificación y estratificación de comunidades de plantas acuáticas en un humedal Llanero (Venezuela). Mem. Soc. Ci. Nat. La Salle 153: 69-86. : Catálogo ilustrado y anotado de las plantas vasculares de los Llanos de Venezuela. R. Duno de Stefano, G. Aymard & O. Huber (Eds.). FUDENA, FUNDACIÓN POLAR, FIBV
- Rial, A. 2007 Flora y vegetación acuática de los llanos de Venezuela con especial énfasis en el humedal de los Llanos de Apure. Pp. 99-107.
- Rodríguez Fuentes, A. 2000. *Sterculiaceae* – En Greuter, W. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares.

Fascículo 3 (4). Pp. 68. - Koeltz Scientific Books, Königstein.

- Saco, J. A. 1828. *Colección de papeles científicos, históricos, políticos y de otros ramos sobre la Isla de Cuba ya publicados o inéditos, entre (1797-1879)*. Ministerio de Educación, La Habana (1960), vol. 1, 438 pp.
- Samek, V. 1973. Regiones fitogeográficas de Cuba. Acad. Cienc. de Cuba. *Serie Forestal* 15:1-63.
- Samek, V. & Moncada, M. 1971. Comunidades vegetales de las lagunas blancas de Pinar del Río, Cuba. Acad. Cienc. Cuba. *Serie. Pinar del Río* 27: 1-27.
- Samek, V., & Travieso, A. 1968. Clima regiones de Cuba. *Rev. Agr.*, 2(1):5-23.
- Samek, V., & Duek, J. J. 1967. Nombres topográficos derivados de árboles y formaciones vegetales en la Provincia de



Pinar del Río. *Acad. Cien. Cuba, Ser. Pinar del Río*, 2: 1-11.

Sánchez, C., Caluff, M. G. & Regalado, L. 2006. *Thelypteridaceae* – En Greuter, W. & Rankin Rodríguez, R. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 11(13). Pp. 124. – A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.

Sánchez, C. & Urquiola A. 1986. Laguna “Jovero”, un biotopo con especies interesantes. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 7 (2): 81-89.

San Martín Padovani, C., R. Medina Jaramillo, P. Ojeda Nempu & C. Ramírez García. 1993. La biodiversidad vegetal del santuario de la naturaleza “Río Cruces” (Valdivia, Chile). *Acta Bot. Malacitana* 18: 259-279.

Sarmiento, G. 1983. The savanna of tropical America. In: *Ecosystems of the world*.

13. Tropical savannas (ed. F. Bouliere)  
pp 245-288.

Sarmiento, G. & Monasterio, M. 1983. Life forms  
and phenology. In: Ecosystems of the  
world. 13. Tropical savannas (ed. F.  
Bouliere) pp 79-108.

Sarmiento, G. & M. Monasterio. 1969. Studies on  
the savanna vegetation of the  
Venezuelan Llanos. I. The use of the  
association-analysis. *J. Ecol.* 57: 169-  
598.

Sauvalle, F. 1868–1873. *Flora Cubana*. Havana.

Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013.  
*Manual de la Convención de Ramsar:  
Guía a la Convención sobre los  
Humedales (Ramsar, Irán, 1971)*, 6a.  
edición. Secretaría de la Convención de  
Ramsar, Gland (Suiza).

Secretaría de la Convención de Ramsar 2011,  
*Manuales Ramsar para el uso racional*

*de los humedales*, Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).

Seibert, P. & X. Menhofer. 1991. Die Vegetation des Wohngebietes der Kallawaya und des Hochlandes von Ulla-Ulla in den bolivianischen Anden. *Phytocoenologia* 20(2): 145-276.

Seibert, P. & X. Menhofer. 1992. Die Vegetation des Wohngebietes der Kallawaya und des Hochlandes von Ulla-Ulla in den bolivianischen Anden. *Phytocoenologia* 20(3): 145-276.

Seifríz, W. 1943. The Plant life of Cuba. *Ecol. Monogr.*, 13:375-426.

Seifríz, W. 1940. Die Pflanzengeographie von Cuba. *Bot. Jahrb.*, 70: 441-462.

Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Cuba (S.N.A.P). 2014. Planes de desarrollo y manejo de las áreas protegidas en Cuba. 41pp.

- Sobrino, E. H., Denis, R.V., Izquierdo, M., Reyes, R. P. 2002. Informe reconocimiento geológico para arena de construcción en los sectores ESBE-19, Palometa-Catalina, Cortés y Guane. ONRM, La Habana, Cuba.
- System National Wetlands Working Group. 2014. 2nd Ed. Ontario. Canada. 76 pp.
- Urquiola, A. J. 1987. La vegetación de las Arenas Blancas de Pinar del Río. Propuesta de áreas protegidas. *Tesis en opción al grado científico de Dr. en Ciencias Biológicas*. Universidad de la Habana.
- Urquiola, A. J., Aguilar Trujillo, J. R. & Betancurt Gandul, M. 2000. *Mayacaceae* – En Greuter, W. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 5 (5). Pp. 8. - Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Urquiola, A. J. & Betancurt Gandul, M. 2000. *Haloragaceae* – En Greuter, W. (ed.).

- Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 5 (3). Pp. 11. - Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Urquiola, A. J., & González León, S. 2009. *Amaryllidaceae* – En Greuter, W. & Rankin Rodríguez, R. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 15 (3). Pp. 35. - A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.
- Urquiola, A., González-Oliva L., Novo R. y Z. Acosta. 2010. Libro Rojo de la Flora Vascular de la Provincia Pinar del Río. Publicaciones Universidad de Alicante, Alicante. 457 pp.
- Urquiola, A. & Kral, R. 2000. *Xyridaceae*– En Greuter, W. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 5 (10). Pp. 27. - Koeltz Scientific Books, Königstein.

- Urquiola, A. & Novo Carbó, R. 2009. *Limnocharitaceae* – En Greuter, W. & Rankin Rodríguez, R. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 15 (9). Pp. 8. - A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.
- Urquiola, A. & Novo Carbó, R. 2000. *Podostemaceae* – En Greuter, W. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 5 (8). Pp. 10. - Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Urquiola, A., Vega Hernández, E., Caudales Cepero, R. 2009. *Alismataceae* – En Greuter, W. & Rankin Rodríguez, R. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 15 (1). Pp. 24. - A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.
- Urquiola A. & Pérez Hernández, V. 2009. *Ceratophyllaceae* – En Greuter, W. &

Rankin Rodríguez, R. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 15 (5). Pp. 8. - A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.

Urquiola, A. & Pérez Hernández, V. 2009. *Hydrocharitaceae* – En Greuter, W. & Rankin Rodríguez, R. (ed.). Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas Vasculares. Fascículo 15 (7). Pp. 23. - A. R. Gantner Verlag KG, Ruggell, Liechtenstein.

van der Valk, A. G. & C. B. Davis. 1978. The role of seed banks in the vegetation dynamics of prairie glacial marshes. *Ecology* 59(2): 322 - 335.

van Donselaar, J. 1968. Phytogeographic notes on the savanna flora of souther Suriname (South Amer.) *Acta Bot. Neerl.* 17: 393-404.

- Velásquez, J. 1994. Plantas acuáticas vasculares de Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas, Venezuela.
- Vilamajó, D. 1989. Mapa de Bioclima. En *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*. Sección X.1.2-3, La Habana, Cuba.
- Villate M. 2011. Flora sinántropa en sitios conservados y con actividad forestal, agropecuaria y minera de la reserva florística manejada San Ubaldo-Sabanalamar, Pinar del Río, Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales.
- Voronov, G. 1970. Mapa de vegetación; escala 1: 1 500 000. En: *Atlas Nacional de Cuba*. Academia de Ciencias de la URSS y Cuba. La Habana. pp: 58-59



- Waibel, L. 1943. Place names as an aid in the reconstruction of the original vegetation of Cuba. *Geogr. Rev.*, 33: 376-396.
- Walter, H. 1962. *Die vegetation der Erde in öko-physiologischer Betrachtung. I. Die tropischen und subtropischen zonen.* Fischer Verlag, Stuttgart, 538 pp.
- Walter, H. 1970. *Vegefations zonen und Klima.* Fischer Verlag, Stuttgart, 244 pp.
- Warner B.G. & C.D.A. Rubec (eds.). 1997. The Canadian Wetland Classification
- Welling, C. H., R. L. Pederson & A. G. van der Valk. 1988. Recruitment from the seed bank and the development of zonation of emergent vegetation during a drawdown in a prairie wetland. *J. Ecol.* 76: 483 - 496.
- Wells, B. W. & Shunk, I. V. 1931. The vegetation and habitat factors of coarser sands of North Carolina coastal plain. *Ecol. Monogr.* 1: 465-520.

- Whittaker, R. H. 1977. Evolution of species diversity in land communities. In *Evolutionary Biology*, Vol. 10 (eds. M.K. Hecht, W.C. Steere y B. Wallace). Plenum, New York, pp. 1-67.
- Zedler, J. B. and S. Kercher (2005), "Wetlands resources: Status, trends, ecosystem services, and restorability", *Annual Reviews of Environmental Resources*, 30, pp. 39-74.
- Zeilhofer, P. & M. Schesl. 1999. Relationship between vegetation and environmental conditions in the northern Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *J. Biogeogr.* 27: 159-168.

### **Comunicaciones personales:**

Dr. Alfredo Noa Monzón: Jardín Botánico de Villa Clara, Universidad Central de Las Villas "Martha Abreu", Villa Clara, Cuba.  
Diciembre 2011

Dr. Armando Jesús Urquiola Cruz: Jardín Botánico  
de Pinar del Río, Cuba. Febrero 2004,  
junio, 2006, mayo 2008.

Dr. Attila Borhidi: Instituto de Biología:  
Universidad de Pécs. Palacio de  
Convenciones de La Habana. Cuba.  
Julio 2015

Lic. Roberto Novo Carbó: Parque Nacional  
Viñales, Centro de Investigaciones y  
Servicios Ambientales (Ecovida), Pinar  
del Río, Cuba. Mayo 2010.

Dra. Rosalina Berazaín Iturralde: Jardín Botánico  
Nacional de Cuba. Universidad de la  
Habana. Cuba. Julio 2012, diciembre  
2013.



## Anexo # 1

### ***Coordenadas del punto central de cada localidad***

Municipio	Nombre del cuerpo de agua.	Coordenadas	
		Latitud	Longitud
Los Palacios	1. Laguna Macurije	22 31 30	83 16 15
	2. Laguna Lucio	22 34 40	83 17 04
	3. Laguna El Guayo	22 34 15	83 16 55
	4. Laguna El Majá	22 34 05	83 16 05
	5. Laguna El Sabino	22 33 40	83 16 49
	6. Laguna de Las Cruces	22 32 50	83 18 30
Consolación	7. Laguna El Hatillo (El Recreo)	22 31 45	83 26 30
	8. Laguna Peralejal	22 22 52	83 30 36
	9. Lagunas de La Jicotea	22 23 42	83 30 20
	10. Lagunas de Santa Isabel	22 24 38	83 30 48
	11. Lagunas del Itabo Grande	22 23 38	83 31 42
Pinar del Río	12. Pantano Pata de Gallina	22 17 46	83 38 31
	13. Pantano El Roble	22 13 45	83 30 16
	14. Laguna Caobilla	22 14 35	83 30 28
	15. Pantano de San Felipe	22 14 44	83 31 44
	16. Laguna San Mateo	22 23 10	83 42 08
	17. Laguna De Guvieda	22 21 23	83 40 06
	18. Presa El Punto	22 20 30	83 35 00
	19. Laguna El Junco	22 23 02	83 36 16
	20. Laguna Los Paredones	22 21 23	83 33 12
	21. Laguna Los Negritos	22 21 39	83 33 38
	22. Laguna Zanjanal	22 22 40	83 32 36
	23. Lagunas de La Campana	22 24 10	83 34 13
	24. Laguna de Macario	22 23 32	83 34 50
	25. Laguna La Ramona	22 24 53	83 34 40
San Luís	26. Laguna Guainacabo	22 19 04	83 46 52
	27. Laguna Santa María	22 17 00	83 42 36
	28. Laguna Chiquita de Santa María	22 16 45	83 42 10
	29. Laguna La Picúa	22 16 22	83 43 26
	30. Lagunas de Barbacoa	22 17 28	83 43 32
	31. Laguna La Mosca (Santa Juana)	22 19 40	83 41 28
	32. Laguna La Máquina	22 13 35	83 48 06
	33. Laguna del Retiro	22 14 35	83 45 48
	34. Laguna Mireles (arroyo Los	22 11 33	83 45 50
	35. Laguna Los Ocujes	22 13 10	83 48 55

San Juan	1. Laguna El Mango	22 16 05	83 49 22
	2. Laguna Aguas Prietas La	22 11 50	83 51 48
	3. Lagunas de El Carril	22 12 28	83 50 12
Sandino	4. Laguna El Pesquero	22 06 00	84 05 10
	5. Laguna Santa Bárbara	22 05 00	84 04 10
	6. Laguna Alcatraz Grande	22 02 50	84 05 30
	7. Laguna Alcatraz Chico	22 04 05	84 05 11
	8. Laguna W Alcatraz Chico	22 03 53	84 06 12
	9. Laguna SE Alcatraz Grande	22 01 53	84 05 04
	10. Laguna S de Alcatraz Grande	22 00 38	84 05 50
	11. Laguna El Bufo	22 03 25	84 07 12
	12. Lagunas La Larga	22 02 33	84 03 25
	13. Laguna San Ubaldo	22 04 23	84 01 42
	14. Laguna El Toro	22 03 55	84 01 22
	15. Laguna Dos Hermanas (Cortés)	22 02 28	84 00 30
	16. Laguna de La Grifa	22 00 55	84 00 55
	Sandino	17. Ciénaga Los Negros La Grifa	22 00 40
18. Ciénaga Los Negros Las		21 59 30	84 08 40
19. Ciénaga W Los Negros		21 59 40	84 14 15
20. Laguna Los Caimanes		21 59 40	84 11 00
21. Laguna El Jovero		22 03 02	84 10 00
22. Lagunas El Cobo		22 02 10	22 08 40
23. Laguna La Martina		22 01 05	84 09 10
24. Los Indios (Chicos)		22 02 55	84 10 40
25. Los indios (Grandes)		22 02 30	84 11 28
26. Lagunas La Herradura		22 01 16	84 10 48
27. Laguna El Copey		22 01 02	84 12 06
28. Laguna Ramona		22 03 56	84 10 46
29. Laguna San Fernando		22 04 00	84 12 57
30. Laguna El Huyuyo		22 02 42	84 12 55
31. Laguna Blanquizal		22 03 20	84 14 02
32. Laguna Larga de Blanquizal		22 02 48	84 13 49
33. Laguna de Iginio		22 01 00	84 14 10
34. Sistema de Lagunas Los Insinitos		22 00 01	84 13 25
35. Ciénaga de Manzanares		22 02 40	84 18 28

Guane	1. Laguna Grande	22 06 23	84 17 28
	2. Laguna El Cheve	22 09 05	84 00 00
	3. Laguna Las Palometas	22 06 52	84 02 05
	4. Laguna Santa Teresa	22 06 55	84 00 25
	5. Laguna Vieja	22 08 04	84 00 45
	6. Laguna Manuel Valdés	22 08 46	84 01 38
	7. Laguna Los Carneros	22 07 00	84 00 22
	8. Laguna El Gato	22 06 18	84 00 47
	9. Lagunas Sabanalamar	22 08 23	83 58 24
	10. Laguna La Guanana	22 08 33	83 58 22
	11. Laguna El Salado	22 07 55	84 19 42
Mantua	12. Pantano El Salado (El Roblar)	22 09 00	84 16 58
	13. Lagunas y Ciénagas del Prado	22 16 00	84 23 32
	14. Lagunas de San Francisco	22 11 18	84 22 58
	15. Laguna La Lisa (Paso del Medio)	22 14 42	84 23 12
	16. Laguna Santa Lucía	22 10 52	84 18 52
	17. Laguna Las Clavellinas	22 14 00	84 21 16
	18. Los Pretiles	22 25 22	84 18 33

Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante





### Anexo 3.

**Matriz utilizada en el Análisis de Varianza (ANOVA), para ver si hay diferencias significativas entre los cuatros sitios con diferente tipo de actividad a partir de la caracterización del suelo. Leyenda: pH (CIK): pH en Cloruro de Potasio; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: Fósforo asimilable; K<sub>2</sub>O: Contenido de Potasio; M.O: Contenido de materia orgánica; Ca<sup>+</sup>: Cationes Calcio; Mg<sup>+</sup>: Cationes Magnesio; S: Bases absorbidas; T: Capacidad de cambio catiónico; T-S: Acidez.**

Sitios	pH (CIK)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Mq/100 gss)	K <sub>2</sub> O (Mq/100 gss)	M.O. (%)	Ca <sup>+</sup> (Mq/100 gss)	Mg <sup>+</sup> (Mq/100 gss)	S	T	T-S
	0-45	0-45	0-45	0-45	0-45	0-45	0-45	0-45	0-45
Los Carneros(1)	4.6	1.81	3,1	0.50	2.16	0.52	2.76	4.04	1.28
El Toro (2)	4.1	1.70	2.0	0.27	2.54	0.5	3.2	4.76	2.38
La Herradura(3)	3.8	1.1	1.90	0.64	1.68	0.7	2.3	4.68	2.10