



Facultad de Ciencias
Universidad de la República



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

TESINA PARA OPTAR POR EL GRADO DE LICENCIADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

**Cambios en la cobertura de Junco *Juncus acutus*
en el Paisaje Protegido Laguna de Rocha:
interferencias con la producción ganadera y
recomendaciones de manejo integrado.**

Autor: Federico López Juambeltz

Tutor: Dr. Lorena Rodríguez Gallego, CURE-UdeLaR

Cotutor: Dr. Juan Martín Dabezies, CURE-UdeLaR

Tribunal:

Dr. Lorena Rodríguez Gallego, CURE-UdeLaR

Dr. Juan Martín Dabezies, CURE-UdeLaR

Dr. Laura del Puerto, CURE-UdeLaR

Diciembre de 2016

Montevideo, Uruguay

INDICE

| | |
|--|----|
| 1- RESUMEN | 7 |
| 2- OBJETIVOS | 10 |
| 3- METODOLOGÍA | 11 |
| 3.1- Análisis espaciotemporal de la cobertura de <i>J. acutus</i> mediante imágenes aéreas, satelitales y recorridas de campo..... | 11 |
| 3.1.1- Mapeo preliminar de ambiente y área de cobertura de <i>J. acutus</i> | 11 |
| 3.1.2- Análisis de imágenes mediante Sistema de Información Geográfica (SIG)..... | 12 |
| 3.1.3- Validación del mapa preliminar..... | 12 |
| 3.1.4- Clasificación de la cobertura de <i>J. acutus</i> | 13 |
| 3.2- Registro y análisis del conocimiento ecológico local..... | 16 |
| 3.2.1- Identificación de Actores locales..... | 16 |
| 3.2.2- Diagrama de análisis para la realización de las entrevistas..... | 17 |
| 3.2.3- Distribución espacio temporal del <i>J. acutus</i> y generación de mapas por los actores locales..... | 17 |
| 3.3- Variables ambientales que afectan la distribución de <i>J. acutus</i> | 18 |
| 3.3.1- Análisis de la información hidrológica de la Laguna de Rocha en los últimos 50 años..... | 19 |
| 3.3.2- Análisis de las precipitaciones y temperaturas en los últimos 50 años..... | 20 |
| 3.3.3- Análisis espacial de los cambios del nivel de la laguna y cobertura de <i>J. acutus</i> mediante SIG y Software de visualización de imágenes satelitales..... | 20 |
| 4- RESULTADOS | 23 |
| 4-1- Evolución y clasificación de la cobertura de <i>J. acutus</i> | 23 |
| 4.1.1- Validación del mapa preliminar y de la fotointerpretación..... | 30 |
| 4-2- Registro y análisis del conocimiento ecológico local..... | 31 |
| 4.2.1- Evolución de la cobertura de <i>J. acutus</i> según el conocimiento ecológico local..... | 31 |

| | |
|---|-----------|
| 4.2.2- Ecología del <i>J. acutus</i> según el conocimiento ecológico local..... | 36 |
| 4.2.3- Cambios en el ecosistema observados por los pobladores locales en el período de estudio..... | 38 |
| 4.2.4- Percepción de los efectos de la expansión de <i>J. acutus</i> | 39 |
| 4.2.5- Posibles causas de la expansión según el conocimiento ecológico local..... | 39 |
| 4.2.6- Sugerencias para el manejo según los actores locales..... | 40 |
| 4.3- Análisis del cambio en las variables ambientales y su relación con la expansión del <i>J. acutus</i> | 42 |
| 4.3.1- Análisis del Nivel del agua de la laguna..... | 40 |
| 4.3.2- Análisis de la precipitación y temperatura media anual..... | 46 |
| 4.3.4- Integración entre la distribución de <i>J. acutus</i> , tipo de suelo, ambientes y el nivel del agua de la laguna..... | 49 |
| 5- DISCUSIÓN..... | 52 |
| 5.1- Análisis de la distribución espacio-temporal de <i>J. acutus</i> | 52 |
| 5.2- Conocimiento ecológico local..... | 53 |
| 5.2.1- Evolución de la cobertura de <i>J. acutus</i> | 53 |
| 5.2.2- Percepción y consecuencias de la expansión de <i>J. acutus</i> | 53 |
| 5.2.3- Ecología de <i>J. acutus</i> y conocimiento ecológico local..... | 56 |
| 5.2.4- Cambios en el ecosistema que pueden afectar la expansión de <i>J. acutus</i> | 58 |
| 5.2.5- Posibles causas de la expansión de <i>J. acutus</i> según el conocimiento ecológico local..... | 59 |
| 5.2.6- Sugerencias de los actores locales para el manejo de la especie..... | 61 |
| 5.3- Cambios en el clima y la hidrología que pueden afectar la expansión del <i>J. acutus</i> | 62 |
| 5.3.1- Cambios en el régimen de temperaturas..... | 62 |

| | |
|--|----|
| 5.3.2- Cambios en el régimen de precipitaciones..... | 63 |
| 5.3.3- Cambios en el régimen hidrológico..... | 64 |
| 5.3.4- Cambios en la dinámica de la barra..... | 65 |
| 5.3.5- Algunas características del hábitat del <i>J. acutus</i> en Laguna de Rocha.... | 66 |
| 5.3.6- Integración de los principales cambios y características actuales del ecosistema, posiblemente vinculadas a la expansión del <i>J. acutus</i> | 66 |
| 5.4- Ecología de la vegetación de la marisma y posibles causas de expansión del <i>J. acutus</i> | 68 |
| 5.4.1- Distintos estadios de la planta y su relación con las posibles causas expansión..... | 70 |
| 5.5- Sugerencias para el manejo..... | 71 |
| 5.6- Otras consideraciones..... | 73 |

Anexo 1

Agradecimientos

Agradezco enormemente la paciencia, el apoyo y la confianza que recibí durante este largo recorrido hasta aquí a: los tutores, colaboradores, entrevistados, a mi familia y amigos.

A mis tutores, que siempre me brindaron espacios para que pudiera desarrollar propuestas y de quienes aprendí muchas cosas para mi formación. Entre ellas argumentar y redactar mejor luego reiteradas correcciones de texto. A su generosidad, dedicación y que siempre tuvieron buena disposición a ayudar en las distintas dificultades que tuve. A Lorena Rodríguez que me aceptó como pasante, y me dio la oportunidad de realizar la pasantía y éste proyecto de tesis en el departamento de Rocha que es mi lugar de origen. Y también supo encontrar financiación, para los pasajes, sin lo cual hubiese sido muy difícil, etc. A Martin Dabezies, que también me aceptó como pasante, y me permitió aproximarme a un enfoque desde la antropología, que es una disciplina que siempre me gustó.

A Daniel Conde, que fue orientador del proyecto de tesis de grado del Espacio Interdisciplinario, por haberme aceptado y confiado en mí como estudiante y por su buena disposición para resolver los distintos problemas. Y permitió tener una experiencia laboral y conseguir financiación para finalizar el desarrollo de la tesis.

A Christian Chreties que compartió generosamente datos del régimen hídrico de la laguna y tuvo buena disposición a responder a distintas preguntas sobre este tema.

A Cesar Fagúndez por su buena disponibilidad para identificar a la especie en salidas de campo y sus consejos

Camila Gianotti por prestar el espacio del laboratorio de arqueología, fotografías y lupas, así como consejos al momento de realizar el análisis de imágenes.

Lucia Bartesaghi que me ayudó a resolver un problema del SIG, una falla en un shape que me había llevado muchísimas horas de mapeo.

A los productores ganaderos, pescadores artesanales, el guardaparque investigador por su confianza, amabilidad, por haber compartido su conocimiento. Que fueron fundamentales para el desarrollo de esta tesis.

Al Lorena y su compañero, a Martín, Héctor y el director del AP que hicieron posible la locomoción a los sitios de las salidas de campo.

Y agradezco a mi familia: a mis padres María Elisa, Talo y William por su apoyo y paciencia enormes. A mis abuelos Julio y Esther (que siempre prendía una vela en cada parcial o examen que yo daba) y mi abuela Lena por su confianza en mi inquebrantable. A mi hijo Nahuel, que supo ser comprensivo con mis tiempos y me acompañó a una de las salidas de campo. Y mi compañera de camino, Ester Rey también por el tiempo, el apoyo y la mucha paciencia. A mi hermana Nadia por alentarme. A Virginia, Alejo y Ana por su generosidad y hospitalidad. Y al Uno.

Resumen

La Laguna de Rocha es una laguna costera del departamento de Rocha y destacada por su valor para la conservación de la biodiversidad y ofrecer diferentes servicios ecosistémicos, como son las prácticas productivas tradicionales (ganadería extensiva y pesca artesanal), el turismo, investigación, educación ambiental y recreación. Y ha sido designada Reserva de la Biosfera, sitio Ramsar y Área Protegida en la categoría Paisaje Protegido. Se caracteriza por estar comunicada periódicamente con el mar, mediante cierres y aperturas de una barra arenosa. En ésta confluyen aguas provenientes del continente y del océano, por lo que está sujeta a constantes e importantes cambios en el ecosistema. Debido a la influencia oceánica, presenta gradientes de salinidad en suelos y el agua, los cuales generan condiciones propicias para el establecimiento de comunidades de plantas halófilas como el *Juncus acutus*. Este proyecto se originó en base a un problema para la producción ganadera, la expansión del *J. acutus* en la Laguna de Rocha, que disminuye la superficie de pastoreo del ganado. Hipótesis: Este cambio podría estar relacionado al manejo del ecosistema. Los objetivos principales fueron analizar el comportamiento de la cobertura del *J. acutus* desde los últimos 50 años, las posibles causas de la expansión y apoyar a la toma de decisiones para el manejo, teniendo en cuenta el conocimiento tradicional y local. Para esto se realizaron entrevistas abiertas para obtener el conocimiento local de productores, pescadores, guardaparques e investigadores enfocado en determinar las zonas donde los actores identifican los mayores cambios en la cobertura de *J. acutus*, sobre su ecología, las consecuencias de la expansión de la especie y de las posibles causas y medidas de manejo en este ecosistema. Los cambios en la superficie de *J. acutus* se analizaron en imágenes satelitales y fotografías aéreas de los años 1943, 1967, 2010 y 2013, utilizando un Sistema de Información Geográfica (SIG). Y se realizaron mapeos de la cobertura de *J. acutus* y de parámetros poblacionales. El análisis de las imágenes actuales fue validado con información de reconocimiento de campo identificado con GPS. Se analizaron series temporales de precipitaciones, temperatura del aire y nivel del agua de la laguna. Finalmente, se realizó una búsqueda bibliográfica sobre la biología de esta especie, relevante para interpretar los resultados observados y realizar recomendaciones de manejo. Se constató la expansión del *J. acutus* a partir del año 2000 aproximadamente según el conocimiento local y en el análisis de imágenes a partir de 2010 en adelante. Respondiendo a la hipótesis planteada, se entiende que esta se cumple pero en un contexto multicausal. Debido a que las causas de la expansión que se consideraron más probables fueron el aumento de las precipitaciones y del régimen de inundación de la laguna a partir de la década del 80, el cual también fue afectado por el manejo de la barra. Pero no se descartan otros factores como: la quema, manejo del pastoreo, impacto del jabalí. Estos resultados coincidieron con el conocimiento ecológico local. Se proponen recomendaciones de manejo integral de la especie.

Palabras claves: *Juncus acutus*, laguna costera, producción ganadera, conocimiento ecológico local, cambio climático.

1- INTRODUCCIÓN

La influencia de las actividades humanas sobre el ambiente ha generado modificaciones muy importantes a nivel planetario y de cada país. En los últimos 100 años este efecto se ha intensificado, produciéndose geomodificaciones a escala global que están provocando el Calentamiento Global, aumento del nivel del mar y disminución de la Biodiversidad (GEO-5 2012), que a su vez impacta negativamente sobre la sociedad. Pese al creciente reconocimiento de que la actividad humana es causante de gran parte del deterioro del ambiente, en las últimas décadas se ha reconocido que los ecosistemas que anteriormente se consideraban “prístinos” son en realidad “paisajes culturales”, es decir que han sido moldeados de alguna forma por actividades humanas (Balée, 1994). Este cambio en la forma de concebir la relación entre el ser humano y la naturaleza ha dejado en evidencia que la exclusión de la población local y su forma de manejo de los recursos naturales puede generar cambios drásticos en el funcionamiento de dichos ecosistemas. Se ha evidenciado que en algunos casos el manejo tradicional de los recursos naturales contribuye a la generación y conservación de la diversidad biológica (Reyes, 2007). Pese a que cada vez más se reconoce la importancia que tiene el tipo de relacionamiento humano-naturaleza, hay controversia sobre hasta dónde la actividad humana o su abandono es causante de algunos impactos ambientales. Esto es especialmente relevante en las zonas costeras, donde vive más de la mitad de la población mundial y la proyección es que alcance el 75% para el año 2025 (Hinrichsen 1998 y Lindeboom 2002 en Azuz y Rivera-Arriaga, 2009).

La costa Sureste de Sudamérica se caracteriza por la gran extensión de humedales y la presencia de lagunas costeras salobres, principalmente en el Sur de Brasil, Sureste de Uruguay y Sureste de Argentina. Por su importancia para la biodiversidad presentan diferentes declaraciones de protección a nivel internacional y de los países. Estas lagunas se caracterizan por estar comunicadas periódicamente con el mar, mediante cierres y aperturas de una barra arenosa. En éstas confluyen aguas provenientes del continente y del océano, por lo que están sujetas a constantes e importantes cambios en sus características hidrológicas, bióticas y abióticas (Conde et al., 2003). Debido a la influencia oceánica, estos ecosistemas presentan gradientes de salinidad en suelos y agua, los cuales generan condiciones propicias para el establecimiento de comunidades tolerantes a los cambios de salinidad, entre ellos la vegetación halófila (Day et al., 2012). Las lagunas costeras responden rápidamente a los cambios naturales y antrópicos, lo que las hace ecosistemas muy vulnerables, así como interesantes para investigar los efectos de las actividades humanas (Conde, et al., 2003).

Laguna de Rocha integra el sistema de lagunas costeras de Uruguay y se destaca por su valor para la conservación, por ser un lugar de cría y alimentación de aves migratorias y residentes, como también de peces, crustáceos y moluscos de importancia comercial regional (Bonilla et al., 2006 y DINAMA 2010). Por esto ha sido declarada Reserva de Biósfera por Mab-UNESCO, integra el tercer sitio Ramsar del país y es Paisaje Protegido dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Uruguay. Históricamente, las principales actividades económicas han sido la ganadería y la pesca artesanal, aunque en los últimos años ha tenido un importante desarrollo turístico y en su cuenca ha aumentado la agricultura y la forestación (Rodríguez-Gallego, 2010). Este es un ecosistema de interés para actividades de educación ambiental, recreación e investigación científica y debido a los múltiples intereses y valores de sus recursos naturales se hace necesario promover un desarrollo sustentable.

En el caso de Laguna de Rocha a nivel local, el factor desencadenante de la problemática ambiental es la falta de conocimiento y planificación de las diversas actividades productivas, de recreación y de conservación, lo que provoca conflictos de intereses a diversos niveles, que a su vez deteriora la capacidad de mantener los servicios que brinda el ecosistema y que contribuyen a mantener la calidad de vida de sus pobladores (Conde et al., 2003, Rodríguez-Gallego et al., 2008). En este sentido la Universidad de la República (UdelaR) ha contribuido enormemente en la generación de conocimiento, tanto básico como aplicado, para la resolución y prevención de impactos y conflictos socio-ambientales de este ecosistema (Lagos et al., 2012), por lo que esta laguna cuenta con información que no está disponible en otros ecosistemas del país. Asimismo, existe una estrecha relación entre la UdelaR y sus investigadores, los actores locales y los administradores del área protegida (AP), por lo que la transferencia del conocimiento generado y su aplicación en el manejo del ecosistema es generalmente destacada (Lagos et al., 2012).

Los márgenes de la Laguna de Rocha están formados por llanuras altas y bajas inundables estacionalmente, bañados y hacia la franja costera por dunas y playas (DINAMA 2010). Los bañados forman un cinturón de vegetación emergente de pequeño y gran porte que rodea de forma continua casi todo el perímetro de la laguna, con excepción de la zona de la barra arenosa. Esta comunidad vegetal está diferenciada principalmente por la zona baja del humedal (predominantemente inundada) dominada por densos espartillares (*Spartina densiflora* (Brongn) y *Scheenopectus americanus* (Pers.).) y la zona alta (menos expuesta a inundaciones) donde se encuentra principalmente *Juncus acutus* (Parl.) Buch y gramíneas de pequeño porte como *Paspalum vaginatum* Sw, *Stenotaphrum secundatum* (Walt.) Kuntze., entre otras especies de gramíneas

tolerantes a la inundación con agua salobre. El humedal litoral cumple importantes servicios ecosistémicos como la protección de márgenes contra la erosión, sitio de cría y alimentación de peces y aves, tiene importancia forrajera y actúa de filtro del agua de escorrentía proveniente de una cuenca con usos agropecuarios. Por estos motivos ha sido identificado como objeto focal de conservación del Paisaje Protegido Laguna de Rocha (Rodríguez-Gallego et al., 2012).

El *J. acutus* es una planta halófila de humedales, que podría estar expandiéndose sobre las márgenes de la laguna, avanzando sobre el campo natural. Esta especie forma matas densas monoespecíficas y de gran porte y no es palatable para el ganado. Los productores ganaderos que tienen costa sobre la laguna han manifestado a los administradores del Área Protegida (AP) su preocupación por la expansión de esta especie en la zona alta del humedal. Además, esta zona es hábitat de especies de aves migratorias prioritarias para la conservación a nivel mundial (*Tryngites subruficollis* y *Pluvialis dominica*). Estas aves utilizan pastizales de pequeño porte y podrían ser afectados por un eventual avance de *J. acutus*. Algunos ganaderos plantean que el avance de *J. acutus* podría estar causado por la ausencia de quemas periódicas de vegetación de humedales, actualmente suspendidas dentro del AP, mientras que los pescadores, otros ganaderos y los investigadores lo atribuyen a los cambios relacionados al régimen hídrico. Actualmente la barra arenosa de la laguna es abierta de manera artificial, impidiendo períodos prolongados de inundación (Conde et al., 2015), las cuales podrían controlar el avance del juncal, ya que esta especie no es tolerante a la inundación prolongada (Snogerup, 1993).

Para comprender los aspectos ecológicos y de la especie problema, se manejaron abordajes como el análisis de imágenes aéreas y satelitales, de datos climáticos e hidrológicos, reconocimiento de terreno y de la especie y revisión bibliográfica. Para conocer aspectos más vinculados al manejo de esta especie, se trabajó con los conocimientos ecológicos locales de los principales actores identificados (pescadores, ganaderos, científicos y guardaparques). Para ello se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas, que fueron registradas y posteriormente analizadas. De esta manera, se pudo obtener información que abarcara los últimos 50 años y que contemplara los múltiples aspectos que se consideran en este estudio.

En base a lo descrito anteriormente este trabajo se plantea la siguiente **hipótesis**:

La superficie ocupada por *Juncus acutus* en la planicie de inundación de Laguna de Rocha ha aumentado desde 1940 a la fecha debido al manejo (hidrológico y del humedal) realizado en el AP.

2- OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar los cambios en la superficie ocupada por *J. acutus* en la planicie inundable de la Laguna de Rocha, analizando las posibles causas que afectan su abundancia y sugerir medidas para su manejo.

Objetivos específicos

- 1-** Mapear la distribución de *J. acutus* en los años para los que se cuenta con imágenes aéreas y satelitales adecuadas.
- 2-** Registrar y caracterizar el conocimiento ecológico local sobre su ecología, distribución histórica, los cambios observados en su cobertura, las consecuencias de una eventual expansión de la especie y de las posibles medidas de manejo en este ecosistema.
- 3-** Analizar posibles causas de los cambios en su distribución y cobertura debido a cambios ambientales como en la precipitación y temperatura del aire, cambio del régimen hídrico, del manejo de la barra, del fuego y el pastoreo.
- 4-** Realizar recomendaciones de manejo integrado, considerando medidas a ser incluidas en el plan de manejo del AP y en el manejo ganadero que realizan los productores.

3- METODOLOGIA

3.1-Análisis espaciotemporal de la cobertura de *J. acutus* mediante imágenes aéreas, satelitales y recorridas de campo

El área de estudio seleccionada está incluida en el establecimiento conocido para algunos pobladores locales como “Tropicalia” o como lo nombran los pescadores artesanales “Lo de San” (Figura 1), en la zona SW de la Laguna de Rocha. La elección de la zona se definió por ser la de mayor aumento de la cobertura de *J. acutus* según los actores locales. Y por ser una de las zonas con mejor información topográfica, debido a los estudios realizados para elaborar el Plan de Manejo del AP (Conde et al., 2015).

3.1.1 Mapeo preliminar de ambiente y área de cobertura de *J. acutus*

Para la zona de estudio se realizó una exploración primaria en Google Earth y se seleccionaron dos sitios específicos para analizar en detalle los cambios en la cobertura de *J. acutus*. La zona 1 (Z1) con orientación Oeste y la zona 2 (Z2) con orientación Este, sobre la planicie de inundación de la Laguna de Rocha (Fig. 1). Se realizó un mapa preliminar con una primera clasificación del humedal, donde se digitalizaron dos clases de densidad, una de mayor y otra de menor porcentaje de cobertura de *J. acutus*. También se digitalizaron coberturas de espartinas (*S. densiflora*) y de arenales (pequeños parches de suelo desnudo arenoso), charcos (pequeñas depresiones con agua semipermanente) y canales (o drenajes).

Se observaron diferentes atributos del área como zonas de mayor cantidad de conglomerados y superficie ocupada por *J. acutus*, con heterogeneidad de ambientes, cercanos a arroyos, elevaciones, arenales u objetos útiles para la georreferenciación (como alambrados, árboles reconocibles, etc.). Esto se realizó para facilitar 1) la georreferenciación, 2) la comparación entre fotografías aéreas e imágenes satelitales y 3) el análisis de posibles determinantes de su distribución dentro del área de estudiada.

Posteriormente se realizó un reconocimiento de terreno, registrando mediante fotografías, notas de campo y GPS la localización de los diferentes conglomerados de *J. acutus* y otros tipos de vegetación identificados en el mapa preliminar. Para esto se registraron parcialmente: los contornos de algunos parches de mayor tamaño de *J. acutus*, los sitios de interface entre diferentes tipos de vegetación (ecotonos), y algunos elementos utilizados para la georreferenciación como alambrados o árboles, etc., para verificar la calidad de la georreferenciación y de la fotointerpretación.

3.1.2 Análisis de imágenes mediante Sistema de Información Geográfica (SIG)

Se analizaron cambios de la cobertura de *J. acutus* mediante un SIG con las fotografías aéreas e imágenes satelitales georreferenciadas para la secuencia de los años: 1943, 1967, 2010 y 2013. El SIG fue manejado con los softwares ArcGis 10.1 y gvSIG 11.1.

Se utilizaron las siguientes fotografías aéreas (FA): 1 4-501. 19V del año 1943 escala 1:40.000 y 68-044 del año 1967 escala 1:20.000 en formato raster y la carta topográfica nacional D28 escala 1:50.000 en formato raster georreferenciada. Las FA y la carta topográfica se obtuvieron en el Servicio Geográfico Militar (SGM). Además, se utilizaron Imágenes Satelitales (IS) de los años 2010 y 2013 de los márgenes de la laguna, obtenidas de Google Earth. Se eligieron las IS de los años 2010 y 2013 porque fueron las imágenes más recientes disponibles y de mejor resolución y visualización de los tipos de coberturas y objetos de interés.

Todas las imágenes empleadas fueron georreferenciadas en WGS 1984 UTM 21 Sur, con referencia a la carta topográfica nacional D28. Se optó georreferenciar en base a la carta topográfica debido a que ésta fue construida en base a las fotografías de los años 1966-67 y a que la mayor parte del material georreferenciado en Uruguay deriva de estas cartas topográficas.

Posteriormente, se georreferenció la fotografía del año 1967, que sirvió como referencia para las demás fotografías e imágenes. Luego se georreferenciaron el resto de las FA e IS. Los puntos y geometrías de referencia utilizados en las georreferenciaciones fueron: ángulos formados por las líneas de alambrados, caminos, parches de montes, pequeños lagos o tajamares, cursos de cañadas, bordes de humedal, bordes de la laguna, canales y la única edificación existente en la zona de estudio. Se realizó estereoscopia analógica a las FA del año 1967 para identificar zonas con *J. acutus*, vegetación de alto porte sobre zonas húmedas y curvas de nivel, correspondientes a la planicie baja y sobre el margen de la laguna (Figura 1). Y se utilizaron las FA: 65- (177,176, 175); 68- (042, 043, 044, 045, 046, 047, 048, 049, 0,51) y 68-(006, 007, 008, 009) obtenidas en el SGM en formato papel de fotocopia láser.

3.1.3- Validación del mapa preliminar

Para mapear la evolución de la cobertura de *J. acutus* se seleccionaron cuatro cuadros de muestreo que fueron identificados con las letras: A, B, C y D. Los dos primeros corresponden a Z1 y los otros a la Z2 (Figura 1). En estos sitios se mapeó la cobertura de *J. acutus* para los años 1943, 1967, 2010 y 2013. Además

se mapearon las áreas de arenas, para la secuencia 1967-2010 en Z1 y Z2. En todos los casos se digitalizó en pantalla las coberturas vegetales y los arenales.

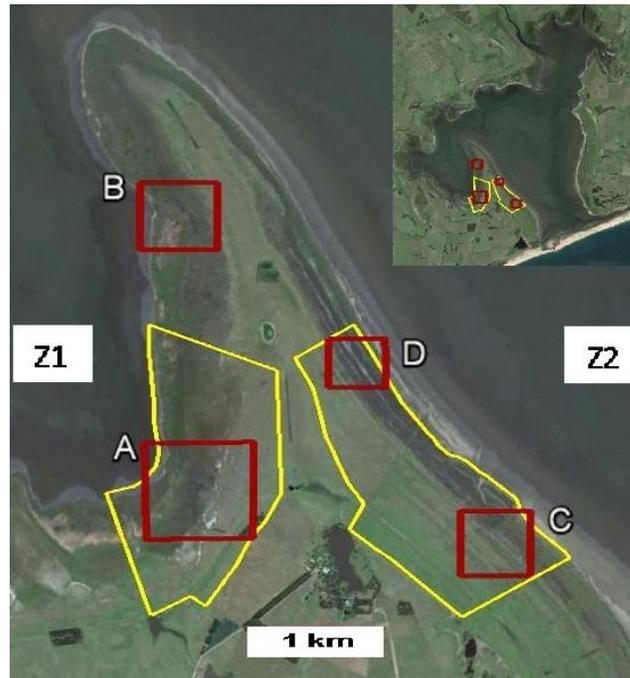


Figura 1. Área de estudio, se indican en amarillo las zonas donde se realizó el relevamiento preliminar, el mapeo de cobertura del *J. acutus* y la superficie de arenales en Laguna de Rocha, en base a una imagen satelital del año 2013 obtenida de Google Earth. Cuadros rojos con letras, indican los sitios de análisis de la evolución de la cobertura de *J. acutus* y su contraste con zonas de arenales. En la esquina superior izquierda se muestra la ubicación del área de estudio en la Laguna de Rocha.

A partir del mapeo y clasificación del *J. acutus* en las imágenes se identificaron zonas con diferente cobertura de la especie y zonas sin presencia de la especie, para los sitios Z1 y Z2 (Figura 1). La cobertura vegetal fue clasificada visualmente en base a las IS de 2010 y 2013 y corregida luego de la recorrida de campo. Para esto se diseñó un sistema de clasificación en cuatro clases de cobertura, que se describen en Figura 1.2.

3.1.4- Clasificación de la cobertura de *J. acutus*

Para clasificar los diferentes parches o conglomerados de *J. acutus* en estas clases de cobertura se combinó el uso del zoom del SIG, la visualización de las imágenes de diferentes años, la visualización de otros mapas de referencia como los charcos, arenales u orillas de lagunas y los puntos de GPS de la recorrida de campo con su descripción y fotografías asociadas. De esta manera se fue construyendo el mapa de coberturas de la especie, para las diferentes imágenes utilizadas.

La utilización del zoom consistió en alternar entre un cuadro de imagen de 25x25 m (que permite identificar a qué clase de cobertura pertenece una determinada agrupación de *J. acutus*) (Fig. 1.2) y la de una escala mayor discreta (que permite identificar toda la extensión de esa agrupación seleccionada).

De este modo mediante el SIG se hizo foco en el sitio de la IS a analizar. Posteriormente se seleccionó una de estas agrupaciones y se observó (a una escala de 25x25 m) la textura de la imagen, que refleja la distancia entre matas de *J. acutus* y por tanto su cobertura. La clase 1 muestra la mayor cobertura de la especie, donde se observa un color oscuro predominante y no se puede discriminar una mata de otra (totalmente), por lo que la distancia entre matas no es apreciable. En la clase 2 se observa una textura diferente con una mezcla regular entre color negro y colores claros, se pueden identificar matas o agrupaciones de matas de *J. acutus*. En la clase 3 y 4 se observan las matas de la especie aisladas en una matriz clara y se puede apreciar claramente la distancia entre ellas, la que aumenta desde la clase 2 a la 4 (ver Figura 1.2)

Los conglomerados de *J. acutus*, con diferentes clases de cobertura, así como las zonas de arenas identificadas se digitalizaron en formato vectorial. La clasificación en clases de cobertura se realizó mediante estimación visual. La digitalización se realizó a partir del mapeo preliminar de la especie, el reconocimiento de campo con descripción de la vegetación localizada con puntos de GPS y en base a estereoscopia sobre las FA. Posteriormente se calculó el área ocupada en Z1 y Z2 de las diferentes clases de cobertura de *J. acutus* para las imágenes de 2010 y 2013.

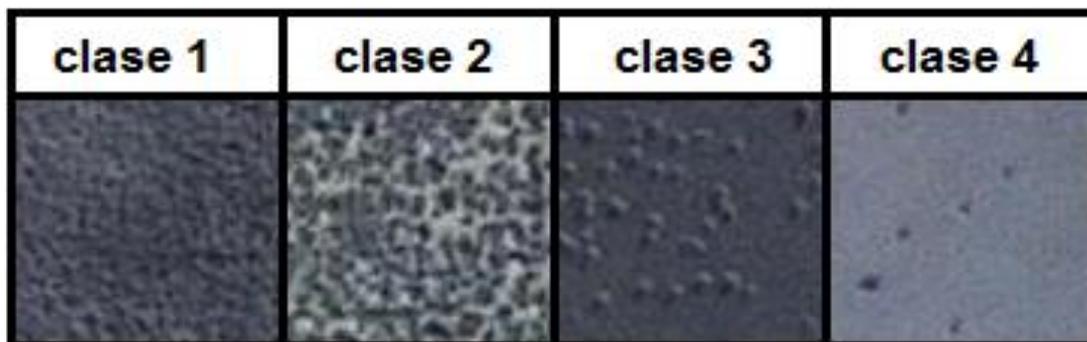


Figura 1.2. Vista representativa de las 4 clases de cobertura de *J. acutus*. Cada cuadro representa un área de 25x25 m. Clase 1 entre [75-100] % de cobertura de *J. acutus*, clase 2 entre [50-75] %, clase 3 [20-50] % y clase 4 (1-20) %. Imagen satelital de 2010 obtenida de Google Earth.

3.2- Registro y análisis del conocimiento ecológico local

Se realizaron entrevistas semiestructuradas apoyadas por el mapeo y observación remota de imágenes satelitales sobre la distribución del junco. Se eligió este tipo de entrevista porque permite enfocar hacia los temas de interés, mientras que abre la posibilidad de desarrollar e incorporar variantes temáticas que no habían sido previstas (Sandoval-Casilimas., 1996).

Durante las entrevistas se les mostró el mapa preliminar de distribución de *J. acutus* y algunas fotografías aéreas, para que los entrevistados comprendieran mejor las preguntas.

3.2.1-Identificación de Actores locales

La población local que contempló este estudio fueron productores ganaderos, pescadores artesanales, administradores del área protegida e investigadores de la UdeLaR (tabla 1). Se buscó en lo posible entrevistar a las personas reconocidas en el ámbito académico o local, que tuvieran un amplio conocimiento con respecto a los temas a tratar y con más años de habitar la zona. También se buscó que tuvieran diferentes contextos de utilización, observación y/o manejos de este ecosistema. De esta manera, se pudo obtener información que abarcara los últimos 50 años y que al ser diversa contemplara los múltiples aspectos que se consideran en este estudio.

Los ganaderos y pescadores entrevistados fueron elegidos por estar entre los más antiguos pobladores locales, que aún siguen viviendo o trabajando en la laguna. Entre los administradores del área protegida, se eligió al guardaparques que hacía más años que trabaja en el AP. El biólogo entrevistado fue idóneo debido a que en los últimos años ha observado la comunidad vegetal de la planicie baja, debido a que forma parte del hábitat de algunas especies de aves a las cuales investiga.

Debido a que existe una estrecha relación entre los actores involucrados y la UdeLaR, se contó con una buena disposición de las personas a ser entrevistadas.

Se realizaron ocho entrevistas de las cuales siete fueron registradas con grabador de audio con previo consentimiento de las personas. La entrevista que no fue grabada, fue realizada al pescador más antiguo (ver PA1 en Tabla 2.1) surgió de forma espontánea en una de las recorridas por el lugar, de modo que fue registrada con notas de campo. Los pescadores fueron entrevistados en la localidad de la barra de la laguna y las restantes personas en el edificio del CURE en la ciudad de Rocha.

3.2.2- Diagrama de análisis para la realización de las entrevistas

Para la realización de las entrevistas se utilizó un diagrama de árbol (Figura 2.1), confeccionado con los ejes temáticos planteados en los objetivos específicos que sirvió de guía para hacer las preguntas y temas a desarrollar, incorporando otras que surgieron durante la entrevista.

Posteriormente se sistematizó la información reordenándola en los siguientes ejes temáticos, los cuales fueron elaborados siguiendo la estructura propuesta en los objetivos: 1) distribución espacio temporal, 2) consecuencias de la expansión, 4) ecología del *J. acutus*, 5) variables del ecosistema, 6) causas de la expansión y 7) manejo de la especie.

| | | |
|--|-----------------------------------|--|
| → Comprender la distribución del junco a lo largo del tiempo y en la actualidad | → Histórica | → Antes de las fotos aéreas |
| | | → Después de las fotos |
| → Comprender las consecuencias de derivados de su expansión (relaciones con el ganado) | → Actual | → ¿Dónde está el juncal hoy en día? |
| | | → Pérdida de superficie pastoreable? Afecta al tránsito del ganado? en la actividad pesquera? |
| → Comprender posibles medidas de manejo locales | → Variables hipotéticas | → Genera alguna consecuencia positiva? Conservación biodiversidad, mejora otras cosas que son buenas para ellos (erosión, etc.)? |
| | | → Fuego |
| | | → Pastoreo |
| | | → Barra |
| | | → Salinidad |
| → Comprender como incide el manejo en la distribución y abundancia | → Otras.... | → Efecto de las variables en el juncal |
| | | → Zonas de mayor incidencia del manejo |
| → Conocimiento de la ecología del junco y de variables del ecosistema. | → descripción del nicho ecológico | → relación con el régimen hídrico, salinidad, tipo de suelo, |
| → Posibles causas de la expansión? | → Posibles medidas de manejo? | → posibles cambios en de la barra y efectos indirectos sobre el <i>J. acutus</i> , posibles variables climáticas |
| | | |

Figura 2.1. Diagrama de análisis. Contiene los temas centrales que se desarrollaron en la entrevista.

3.2.3- Distribución espacio temporal del *J. acutus* y generación de mapas por los actores locales

En base a la información cualitativa obtenida en las entrevistas y la información geográfica digital georreferenciada obtenida del Sistema Nacional de Áreas

Protegidas y del CURE, se realizaron mapas para comprender la distribución histórica del *J. acutus* mediante un SIG.

La información geográfica digital proveniente de estas dos instituciones fueron: cursos de agua, espejos de agua, mar territorial y catastro rural en formato *shape* de cada entrevistado.

Se utilizó solamente la información de las zonas de la planicie baja de la laguna, que declararon ser aquellas de su mayor conocimiento. El criterio utilizado fue el siguiente:

- En el caso de los ganaderos fueron los establecimientos donde ellos controlaban el pastoreo o establecimientos vecinos que eran más frecuentemente visitados por ellos.
- Para los pescadores, fueron las zonas donde calaban, desembarcaban, acampaban o que eran frecuentemente transitados en los recorridos para la pesca.
- Para el guardaparque fueron las zonas del perímetro de vigilancia más frecuentemente recorrido y del que accede a mayor información por parte de los propietarios de esos establecimientos.
- En el caso del biólogo fueron las zonas que más frecuentó y observó en sus salidas de campo.

3.3- Variables ambientales que afectan la distribución de *J. acutus*

Se analizaron las posibles causas de los cambios observados en la distribución y cobertura de *J. acutus* en función de variables climáticas, hidrológicas y también del manejo realizado en el AP. Se evaluaron las variables de precipitación media anual, media móvil (5 años), serie endecadal y media histórica anual; para la temperatura del aire, media anual, media móvil (3 años), serie endecadal y media histórica y para el nivel del agua de la laguna: media anual, med. móvil (2 años), media de la serie endecadales y media histórica, en los últimos 50 años.

Se analizó cada variable ambiental por separado y también relacionándolas entre sí en el tiempo. Para esto se calcularon los promedios históricos para todo el período del que se tiene datos, por cada variable y los promedios anuales y endecadales. No se cuenta con datos de los últimos 50 años completos para lluvia, temperatura y nivel de la laguna por igual. De modo que para optimizar la comparación temporal de estas variables, se su utilizaron dos criterios: 1) analizar

los datos en períodos de 11 años (endecadales), 2) seleccionar la mayor cantidad posible de períodos endecadales iguales entre las distintas variables y 3) que una de las discontinuidades entre períodos, coincidiera con el “momento crítico” de inicio de la expansión del *J. acutus* según lo observado por los entrevistados, de modo de contrastar mejor, si hubo cambios importantes en las variables o no, entre las décadas anteriores y posteriores al inicio de la expansión observada por los locales. También se analizaron estudios climáticos locales y regionales. Por último, se relacionó la frecuencia de aumento del nivel de la laguna (brindado por Christian Chreties sin pub.), el mapa de ambientes (tipo de vegetación de la laguna) (Nin et al. 2012, sin publicar) y tipos de suelo CONEAT, con el mapeo de cobertura de *J. acutus*, mediante superposición en SIG.

3.3.1- Análisis de la información hidrológica de la Laguna de Rocha en los últimos 50 años

Se analizaron las posibles causas de los cambios en la distribución y abundancia del *J. acutus* en función de la variación del nivel del agua en la laguna. Para esto se obtuvieron la frecuencia y duración en días, de las subidas máximas diarias de la laguna en el período 1956-2005, para tres rangos del nivel de la laguna. Esta información fue brindada por Christian Chreties (Com. Pers.) de la Facultad de Ingeniería y fue obtenida mediante la modelación hidrodinámica realizada para analizar la dinámica de la barra de la laguna (ver detalles en Conde et al. 2015). Como complemento y para tener otro indicador sobre los posibles efectos hidrológicos de la laguna sobre la ecología de la especie se analizaron las “subidas” máximas de nivel de la laguna a escala mensual para cuatro décadas.

Para esto se calculó el promedio de subidas máximas mensuales, de cada año para las décadas: 1961-1971, 1972-1982, 1983-1993, 1994-2004. El cual se analizó mediante una gráfica, para poder observar cómo se distribuye el número de subidas máximas durante el año y si ha habido cambios de tendencias estacionales.

Posteriormente se calculó el promedio y desvío estándar mensual del nivel de la laguna para las mismas décadas y la media de períodos móvil cada 2 meses, para verificar cómo se relacionan las subidas máximas con el promedio del nivel de la laguna mensual para las cuatro décadas y con la frecuencia de apertura de la barra. Los cuatro períodos fueron calculados a partir del registro de la media diaria, desde el 1º de enero (por ej.1961) al 31 de diciembre (1971), repitiéndose cada 11 años de igual manera para los siguientes tres períodos. Además, Se comparó la media móvil cada 2 años, para todo el período histórico en conjunto con la media del nivel de la laguna para los cuatro períodos.

Por último, se calculó el porcentaje y la cantidad de días en que el nivel de la laguna estuvo en las siguientes cotas (en base al cero oficial): {<0.0 m}, {≥0.0 m; <0.32 m}, {≥0.32 m; ≤0.59 m}, {>0.59 m; ≤0.87 m} y {>0.87 m} para las cuatro décadas. Estos cálculos se hicieron para realizar comparaciones más detalladas de “las inundaciones”, dentro del rango que se espera que tenga mayor influencia sobre el Juncal. Por ejemplo, se sabe que en ciertas zonas inundables pasar de 0.15 m a 0.60 m del nivel de la laguna puede significar un avance del agua entre 400 a 1000 m según la pendiente de la planicie (Conde et al. 2015). Estas cotas se eligieron teniendo en cuenta a Conde et al. (2015) de forma de hacerlo comparable con estudios previos y cumpliendo con el siguiente criterio: 0.32 m fue la media histórica calculada en este trabajo, cota 0.87 m corresponde al cero oficial, 0.59 m es un valor intermedio entre los dos primeros y posteriormente se adicionó la cota 0.0 m como menor valor de referencia.

3.3.2- Análisis de las precipitaciones y temperaturas en los últimos 50 años

Se analizaron las posibles causas de los cambios en la distribución y abundancia del *J. acutus* en función de la temperatura y la precipitación en los últimos 50 años. La precipitación anual (período 1946-2005) y diaria (período 2006-2013) y de la temperatura media anual del aire para el período 1961-2013, fueron obtenidos del Instituto Uruguayo de Meteorología. Para ambas variables se graficó el promedio anual y se buscó identificar momentos donde el régimen de precipitación y temperatura mostraran cambios acentuados. Para esto se exploraron diferentes análisis, como el uso de medias móviles de 5 años para precipitaciones y 3 años para temperatura.

También se calcularon los promedios de ambas variables para las décadas 1950-1960, 1961-1971, 1972-1993, 1994-2004 y del período 2005-2013, para poder identificar posibles cambios entre décadas y relacionarlas con los niveles de la laguna y el período de avance de la especie.

3.3.3- Análisis espacial de los cambios del nivel de la laguna y cobertura de *J. acutus* mediante SIG y Software de visualización de imágenes satelitales.

Se relacionó la distribución de *J. acutus* con el régimen hídrico, la topografía, tipos de suelo CONEAT y el tipo de vegetación de diferentes ambientes de la laguna mediante la superposición de diferentes capas de información en un SIG. De esta forma se analizó la correspondencia entre la ausencia o presencia de *J. acutus* con las variables analizadas, para los diferentes períodos de tiempo para los que se contó con información.

Los valores de altitud del estudio altimétrico realizado para el sitio A descrito en Conde et al. (2015) fueron analizados mediante SIG y Google Earth para generar

un mapa vectorial, georreferenciado en WGS 1984 UTM 21 Sur. Luego se clasificaron los puntos de altitud, en los mismos rangos de crecidas de la laguna del modelado hidrológico descrito por Conde et al (2015): (0.30 m-0.87m), Posteriormente se superpusieron el mapa de ambientes de la laguna (Nin et al. 2012, sin publicar.) y el mapa de cobertura de *J. acutus*.

Posteriormente se utilizaron imágenes de la caracterización de altimetría de la zona inundable de la laguna de Rocha obtenidas del modelado hidrológico (Ingeniería) y de su imagen correspondiente obtenidas de Google Earth para fechas iguales, año 2012. Para generar un mapa, utilizando el del modelado hidrológico, donde se superponen los sitios de cobertura de *J. acutus* identificados visualmente mediante Google Earth, en las imágenes del modelado hidrológico.

Resultados

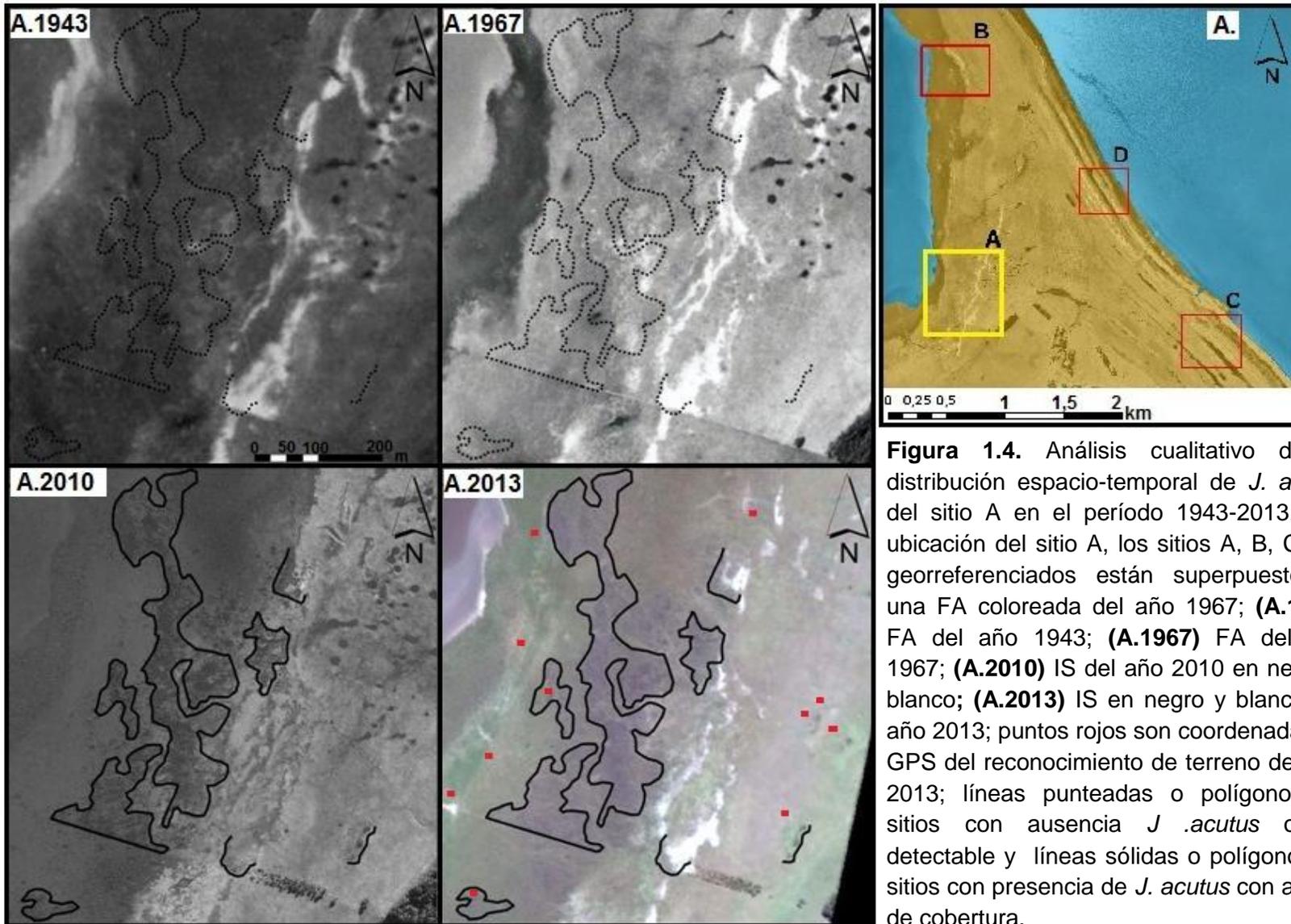
4.1- Evolución y clasificación de la cobertura de *J. acutus*

Se observó un aumento notorio en la cobertura de *J. acutus* entre las imágenes de 1967 y de 2010, pertenecientes al margen SW de la Laguna de Rocha. Sin embargo, no se apreciaron cambios relevantes en los períodos 1943-1967 ni 2010-2013.

En las FA de 1943 y 1967 no se pudo detectar vegetación correspondiente a *J. acutus*. Para esto se identificaron sitios donde actualmente hay *J. acutus*, y se buscó vegetación de alto porte correspondiente en las FA del año 1967 mediante estereoscopia, pero los resultados fueron negativos. Sin embargo, es difícil de descartar la presencia de esta especie en las zonas más húmedas y próximas a la laguna, caracterizada por presentar una coloración gris oscuro en las fotografías, debido a que la escala y la calidad de éstas no lo permitieron.

El mismo procedimiento de comparar sitios donde actualmente hay *J. acutus*, con su correspondiente en las FA antiguas, se realizó mediante el SIG. En este caso para los sitios A, B, D y C, para la serie 1943-67 y 2010-13 (ver figuras 1.4, 1.5, 1.6 y 1.7). También con resultados negativos para la presencia de cobertura de *J. acutus* en el período 1943-1967. Sin embargo, en este caso se pudo constatar claramente la colonización de matas de *J. acutus* a partir de 2010, en varios sitios descubiertos de vegetación (zonas de arenales) o de vegetación de baja talla. Al superponer los mapas con las coberturas del suelo digitalizadas para todas las imágenes, se observó una clara disminución en la superficie de arenales (figura 1.8), tanto en Z1 como en Z2 el área disminuyó a más de la mitad. Dicha disminución del arenal fue acompañada por la expansión vegetación de *J. acutus* en la gran mayoría de los casos.

Por otra parte, la superficie mapeada para la clasificación de la cobertura de *J. acutus* en el año 2013 en la Z1 fue de 57.7 ha y en la Z2 42.9 ha. La distribución de *J. acutus* en la Z1 en fue más ancha que en la Z2. En la Z1 predominó la cobertura de clase 4, al inverso que en la Z2 que predominó la clase 1 (Figura 1.9).



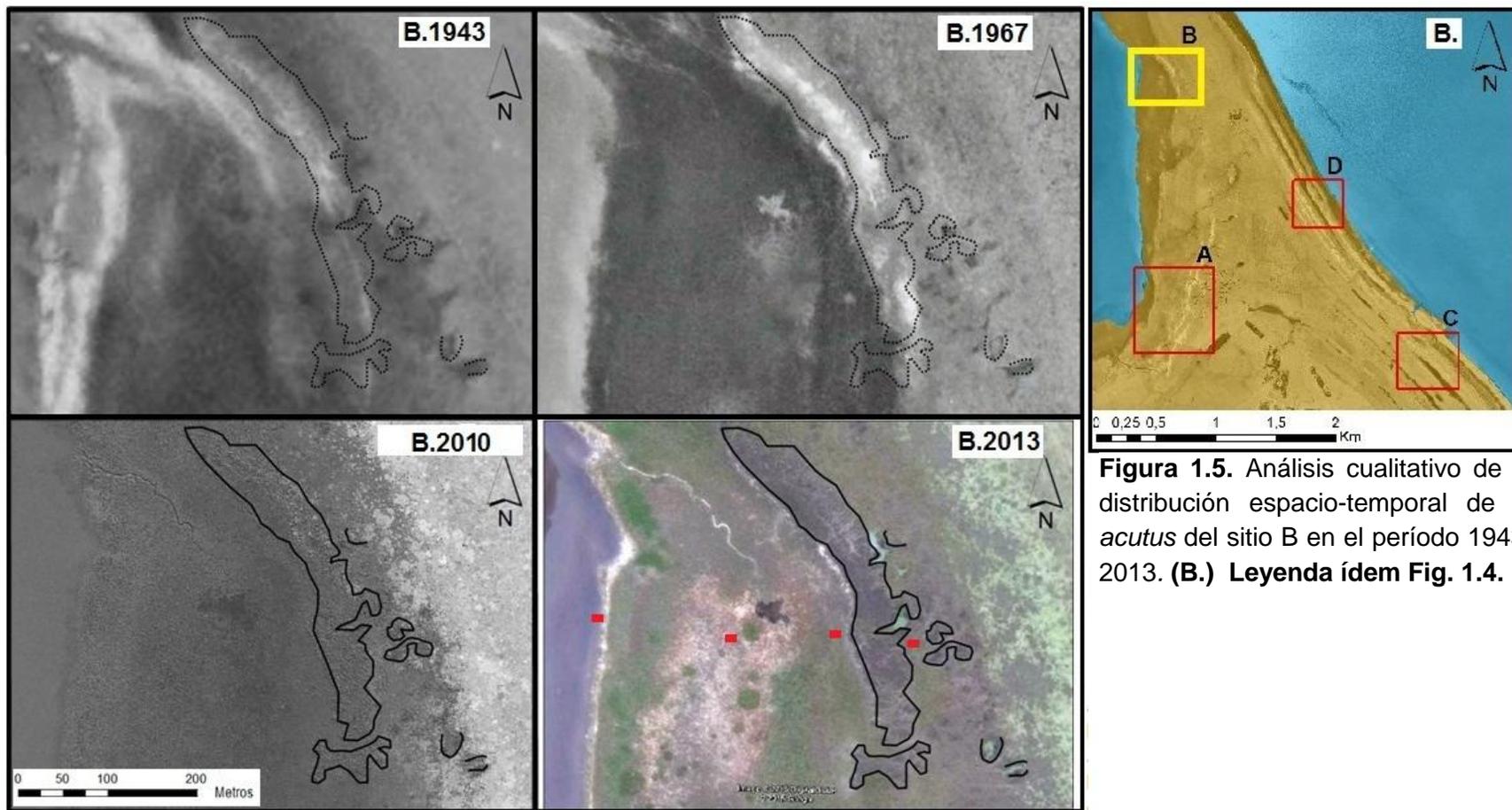


Figura 1.5. Análisis cualitativo de la distribución espacio-temporal de *J. acutus* del sitio B en el período 1943-2013. **(B.)** Leyenda ídem Fig. 1.4.

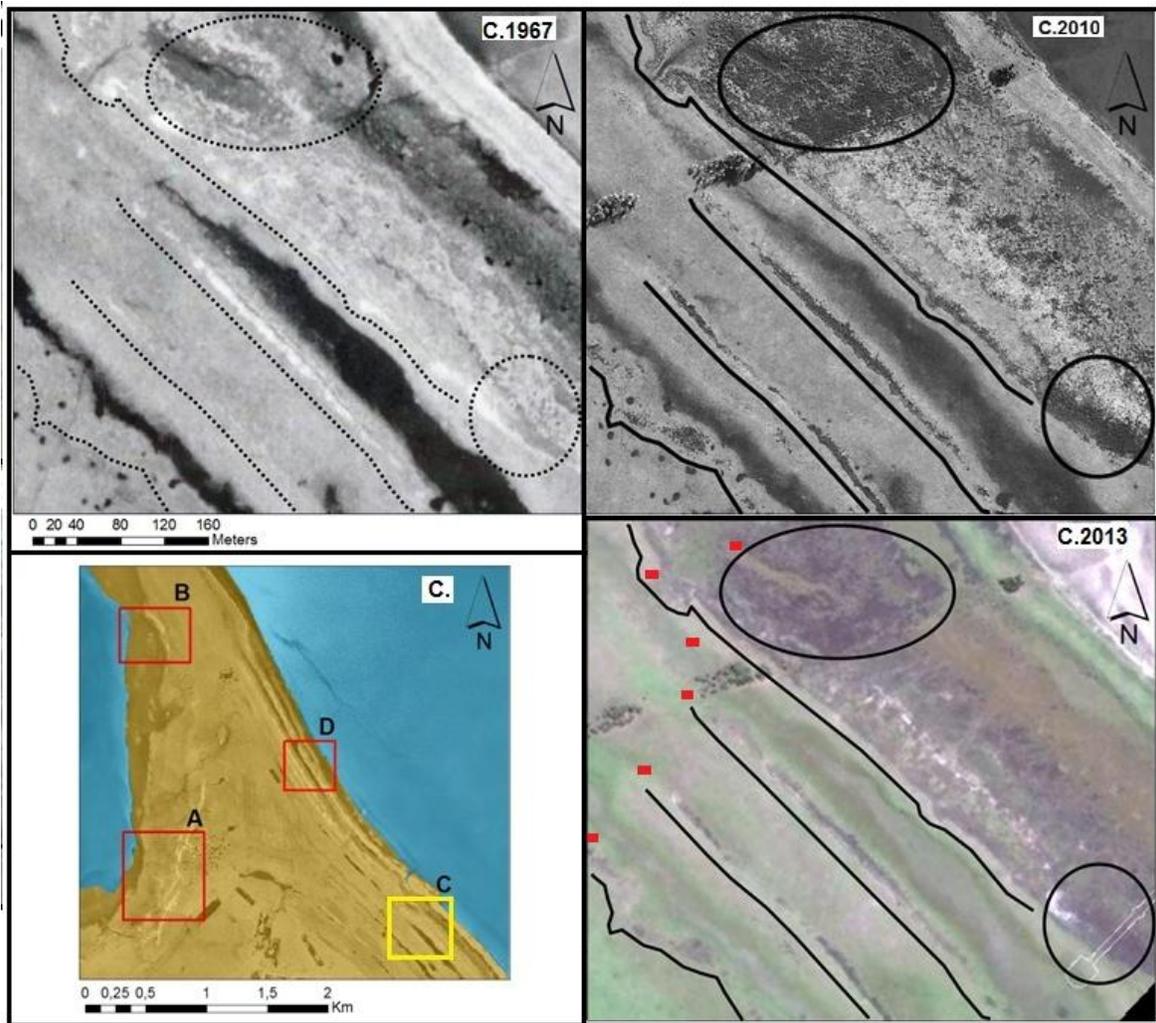


Figura 1.6. Análisis cualitativo de la distribución espacio-temporal de *J. acutus* del muestreo C en el período 1967-2013. **(C.)** ubicación del muestreo C, los sitios A, B, C y D georreferenciados están superpuestos a una FA coloreada del año 1967; **(C.1967)** FA del año 1967; **(C.2010)** IS del año 2010 en negro y blanco; **(C.2013)** IS en negro y blanco del año 2013. **Legenda ídem Fig. 1.4.**

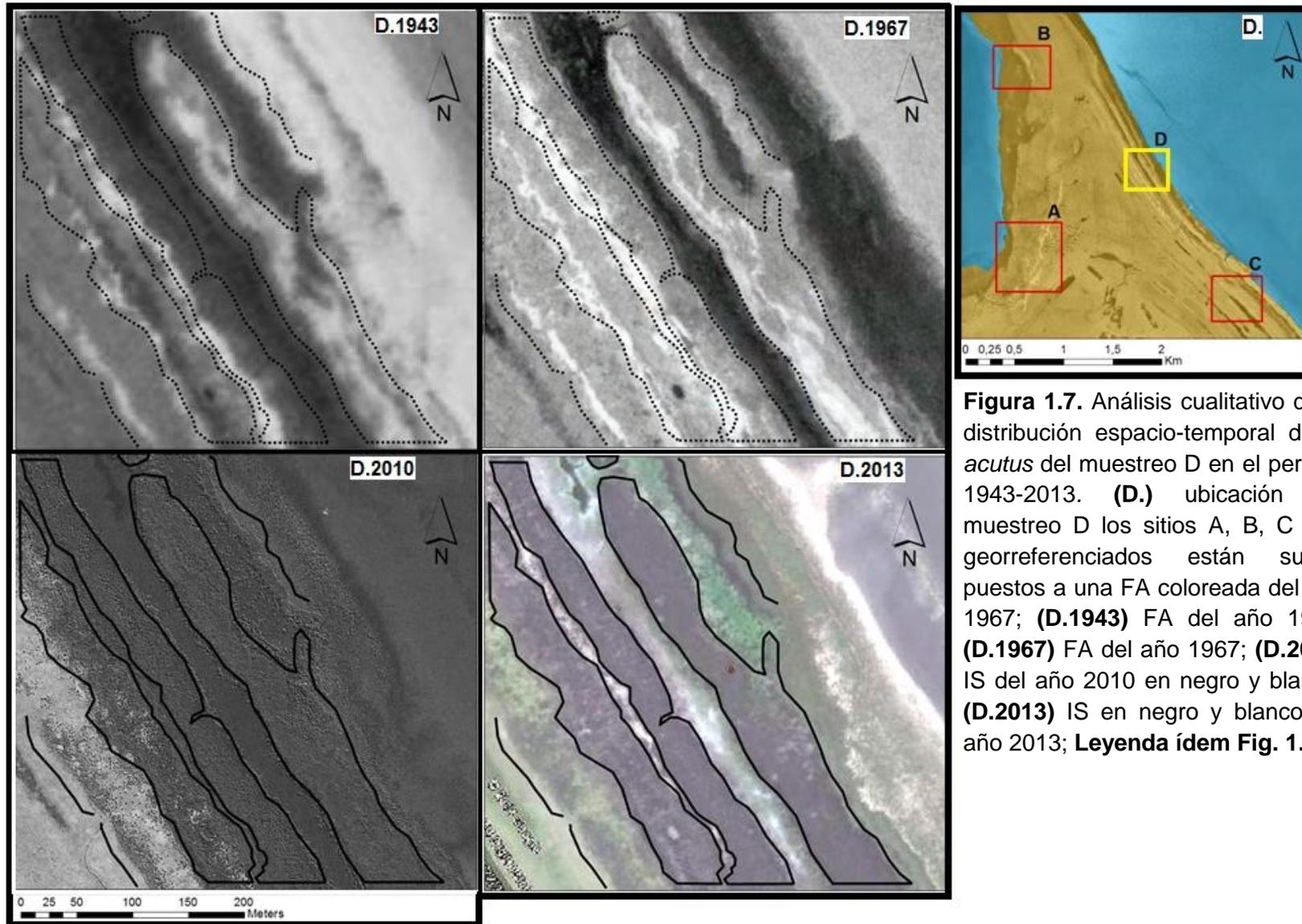


Figura 1.7. Análisis cualitativo de la distribución espacio-temporal de *J. acutus* del muestreo D en el periodo 1943-2013. **(D.)** ubicación del muestreo D los sitios A, B, C y D georreferenciados están superpuestos a una FA coloreada del año 1967; **(D.1943)** FA del año 1943; **(D.1967)** FA del año 1967; **(D.2010)** IS del año 2010 en negro y blanco; **(D.2013)** IS en negro y blanco del año 2013; **Leyenda ídem Fig. 1.4.**

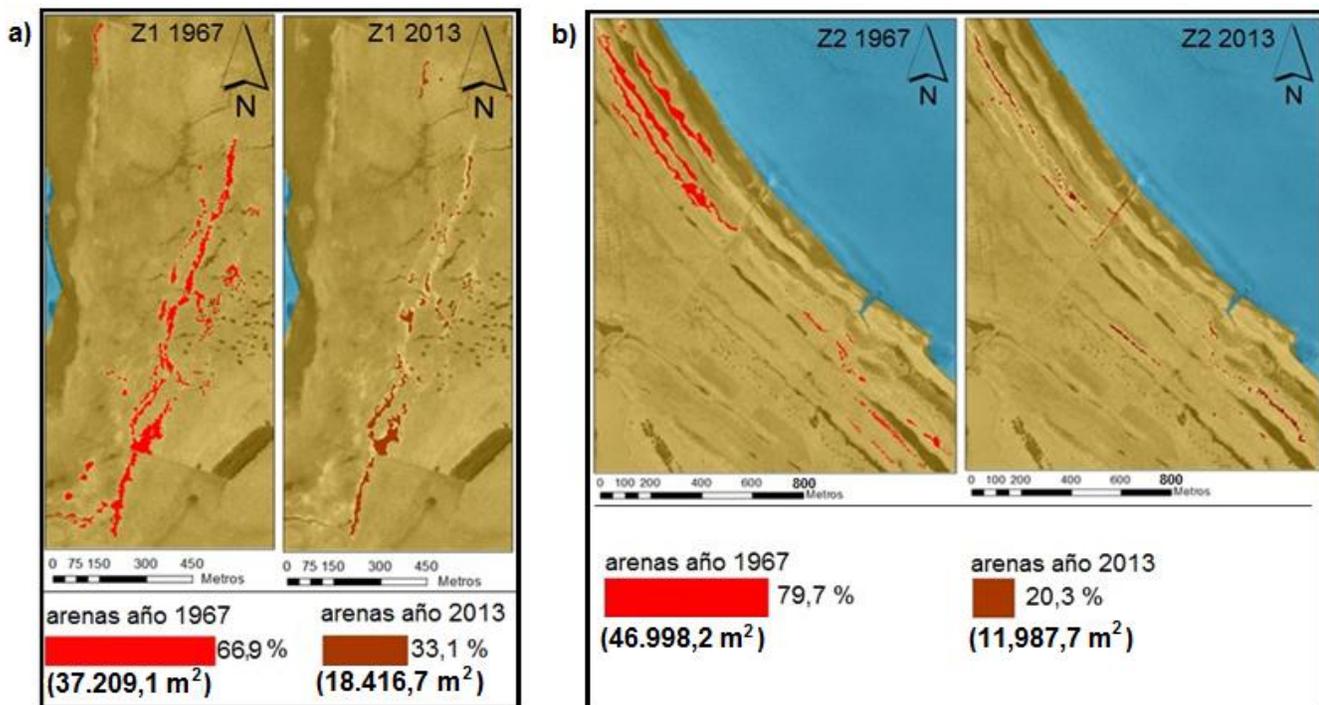


Figura 1.8. Cambios en la superficie de arenales para el período 1967-2013. La imagen de fondo que se muestra en la secuencia pertenece a la FA de año 1967 y lo que cambia en tonos de rojo (1967) a marrón (2013) es la superficie de arenales que está superpuesta. **a)** Z1 y **b)** Z2. En la parte inferior, se muestra un gráfico de barras, para los años 1967 y 2013, con el % de superficie ocupada por arenales y el área correspondiente.

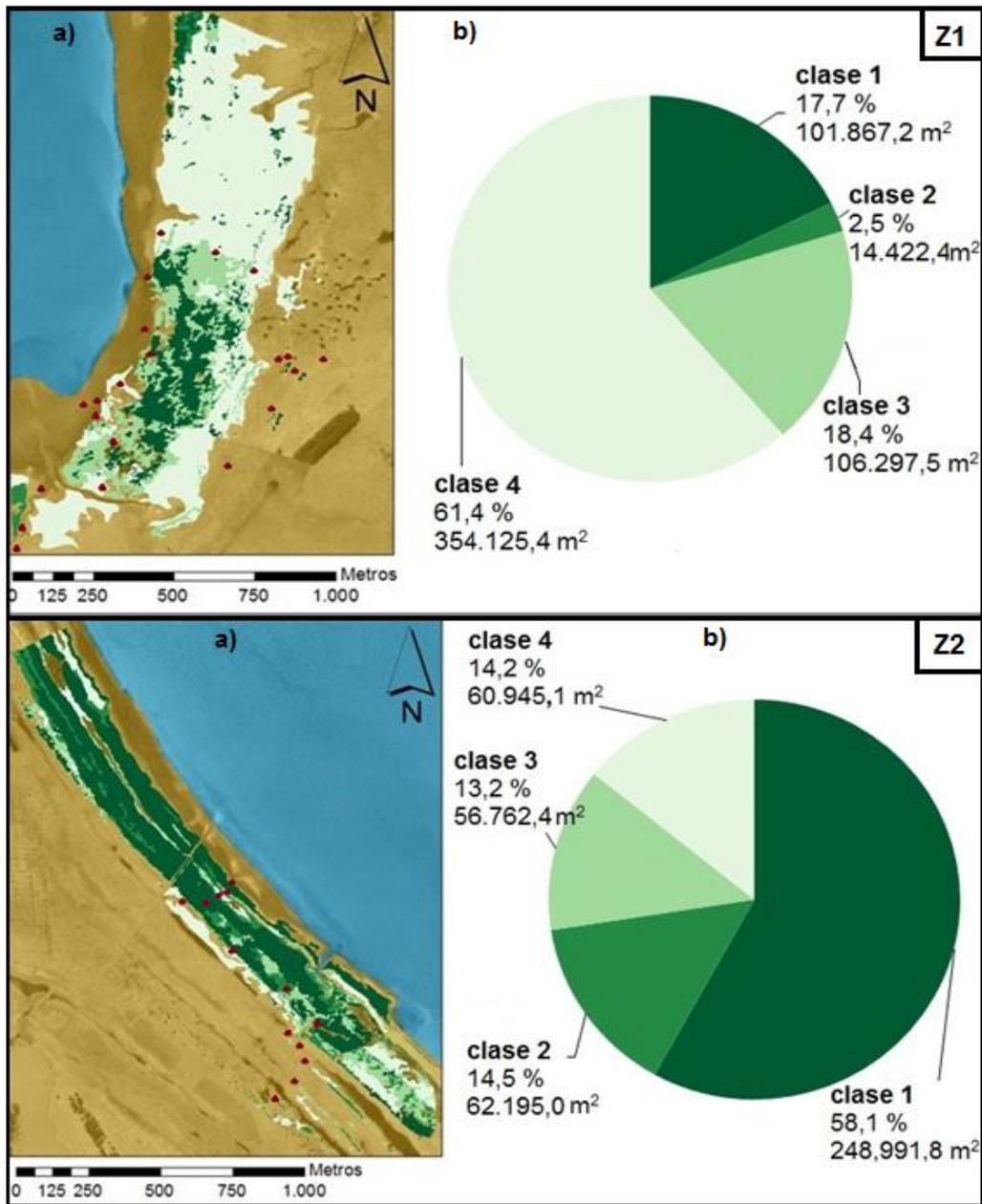


Figura.1.9. Cobertura de *J. acutus* en Z1 I) y Z2 II), del año 2013. **a)** mapa de clases de cobertura 1, 2, 3 y 4 representadas por tonos verdes superpuesto a una FA del año 1967, los puntos corresponden a posiciones GPS del reconocimiento de terreno del año 2013. **b)** Gráfico de torta de las clases de cobertura 1, 2, 3 y 4, con valores de % de superficie ocupada por cada clase y su área.

4.1.1 - Validación del mapa preliminar y de la fotointerpretación

El mapa preliminar realizado con IS del año 2010 fue concordante con las observaciones del reconocimiento de terreno realizado en 2013 en cuanto a la presencia y distribución de los conglomerados de *J. acutus* y respecto a los sitios de interface entre diferentes tipos de vegetación. Principalmente con la vegetación de espartina hacia el margen de la laguna y con la vegetación de bajo porte del pastizal salino, pero también para las zonas de arenales (Figura 1.10).

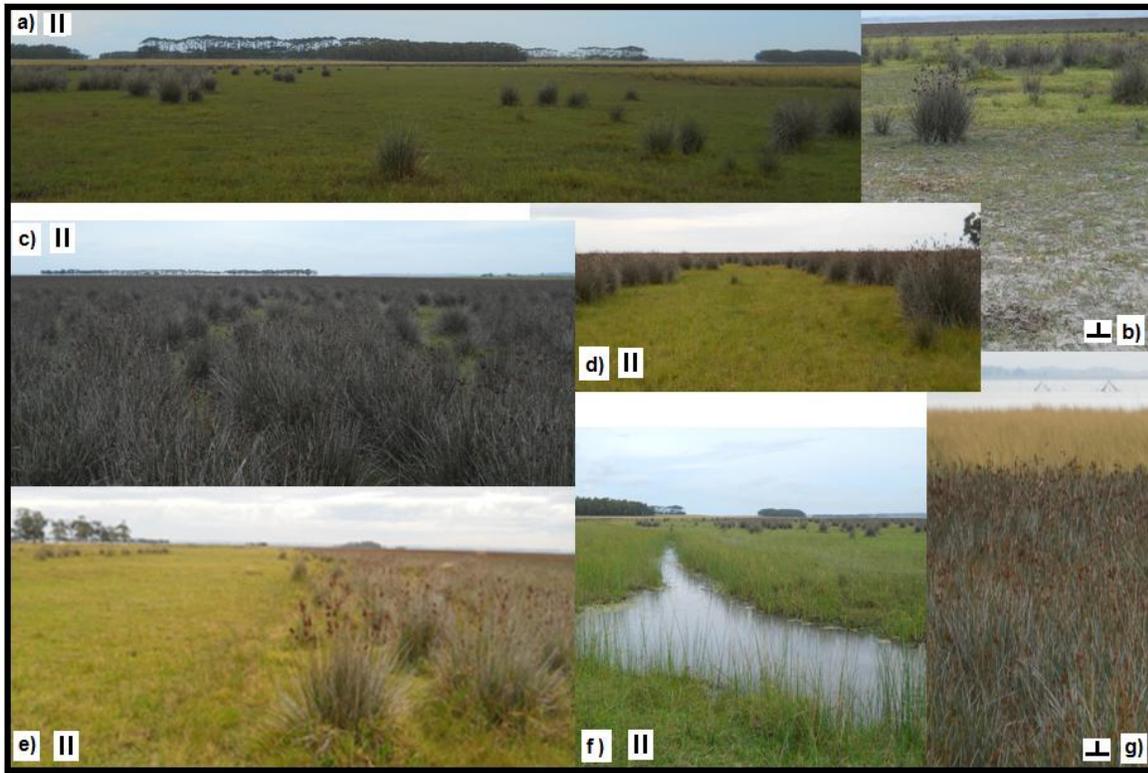


Figura 1.10. Registro fotográfico del reconocimiento de terreno. (//) vista paralela a la línea de acosta; (⊥) vista perpendicular a la costa; **a)** perfil de transición entre la cobertura de *J. acutus* (izda) y *S. densiflora* (dcha) en Z1; **b)** zona de arenas con matas de *J. acutus* en Z1. **c)** extensión grande de cobertura de *J. acutus* de clase 1, en Z1; **d)** claro formado dentro de un parche de *J. acutus* en un sitio levemente deprimido del terreno, en Z2; **e)** borde de una franja de *J. acutus* que limita con el pastizal costero, en Z1; **f)** charco y vegetación de *J. acutus* hacia el margen dcho. y **g)** transición entre cobertura de *J. acutus*, *S. densiflora* y el espejo de agua Z2.

En el reconocimiento de terreno en los sitios A, B y C se observaron transiciones con otros tipos de vegetación como el caso de espartillares (figuras 1.4, 1.5 y 1.6), charcos, arenales y drenajes. También se pudo observar la ausencia de *J. acutus* en sitios de depresión del terreno o de drenajes que son claramente más anegables que el terreno circundante, en donde sí se observó una cobertura más preponderante de dicha especie (equivalente a la clase 1 o 2).

En la recorrida de campo en los sitios A y C (Figura 1.10, 1.4 y 1.6) se pudo observar claramente la colonización de *J. acutus* al margen o sobre las zonas de arenales (zonas blancas o claras) en comparación a los años 1943-1967

4.2- Registro y análisis del conocimiento ecológico local

4.2.1 Evolución de la cobertura de *J. acutus* según el conocimiento ecológico local

Del conjunto de las entrevistas se logró sistematizar el conocimiento ecológico local (CEL) de los habitantes locales elegidos, que abarca los últimos 70 años y que incluyó a todo el contorno de la laguna que es la superficie donde habitualmente crece esta especie (Tabla 2.1 y Figura 2.2, 2.3 y 2.4).

| NE | Memoria ecológica de LR | Residencia |
|------|------------------------------|---|
| PG1 | Desde 1964 a la actualidad. | No vive actualmente en el campo pero va prácticamente todos los días, desde hace muchísimos años. |
| PG2 | Desde 1972 a la actualidad. | No vive actualmente en el campo pero va prácticamente todos los días, desde hace muchísimos años. |
| PG3 | Desde 1978 hasta 2006. | Actualmente vive en el AP pero su establecimiento no limita con el cuerpo de agua de la laguna. |
| PA1 | Desde 1940? a la actualidad. | Vive en la localidad de la barra |
| PA2 | Desde 1954 a la actualidad. | Vive en la localidad de la barra |
| PA3 | Desde 1973 a la actualidad. | Vive en la localidad de la barra |
| GP | Desde 2000 a la actualidad. | Vive a escasos km de la barra |
| Biol | Desde 2006 a la actualidad. | Vive en la ciudad de Rocha |

Tabla 2.1 Descripción de los actores entrevistados donde se indica desde cuándo tiene observaciones sobre la presencia de *J. acutus* y su residencia en el período de estudio. **(NE)** Nombre de la entrevista; **(PG)** Productor Ganadero; **(PA)** Pescador artesanal; **(GP)** Guardaparque; **(Biol)** Biólogo y **(LR)** Laguna de Rocha.

Todos los entrevistados afirmaron haber presenciado que a partir de los años 1999-2004 aproximadamente, la población de *J. acutus* se ha expandido y aumentado de manera sostenida sobre la planicie inundable.

La distribución espacio temporal de *J. acutus* observada por los productores ganaderos se muestra en dos períodos de tiempo: años 1964-1999 y 2000-2014. Hubo solo un registro de la presencia de *J. acutus* en el primer período y fue a partir del año 1972 en el NW de la laguna (ver mapa a en Figura 2.2). Esta era una población pequeña y permaneció estable hasta aproximadamente el final de ese período según uno de los productores ganaderos (ver PG2 Anexo I).

En el segundo período (2000-2014) se registraron dos nuevas zonas con presencia de *J. acutus*: en el S año 2000 y en el NNW año 2005 aproximadamente. Además, los tres productores afirman que es a partir del inicio de este período que la población de *J. acutus* comenzó a aumentar y expandirse de manera continua (ver mapa b de Figura 2.2 y PG1, PG2 y PG3 en Anexo I).

La distribución espacio temporal de *J. acutus* observada por los pescadores artesanales también se muestra en dos períodos de tiempo: años 1945-1999 y 2000-2014. Para ellos siempre hubo “Capi negro” (*J. acutus*) en distintas zonas de la laguna, siendo el registro más antiguo aproximadamente del año 1945. Se señalan principalmente las zonas: N-NW, S-W y E. El tamaño poblacional era pequeño, distribuido en pequeños grupos de matas y permaneció estable hasta aprox. el final del primer período (ver mapa a en Figura 2.3 y PA1, PA2 y PA3 en Anexo I).

El entrevistado más antiguo (PA1), a partir del año 1990 aprox. redujo la actividad de pesca y posteriormente se retiró, pero continuó haciendo salidas esporádicas sobre la zona S, durante la primera década del año 2000. Este pescador relata que la población del “Capi negro” ha aumentado muchísimo a partir de año 2000 aproximadamente.

Según los dos pescadores entrevistados que continúan en actividad, al inicio del segundo período (2000-2014), se observó un gran aumento y expansión de la población de *J. acutus* en las zonas donde ya estaba establecido pero también colonizó hacia otras zonas: en el S, sobre el margen interno de la franja costera y en la zona SW cercana al Arroyo de los Noques (ver mapa b en Figura 2.3 y PA1, PA2 y PA3 en Anexo I).

La distribución espacio temporal del *J. acutus*, observada por el guardaparque y el biólogo se muestra para el período 2000-2014 (ver Figura 2.4). Desde que conocen la laguna siempre han observado *J. acutus* en las zonas S y SW. El primer registro es por parte del guardaparque aprox. en el año 2000. Para él, el

“Junco” (*J. acutus*) ha aumentado tanto en su densidad poblacional como en su expansión. Haciéndose más ancha la franja del juncal sobre la planicie inundable (GP en Anexo I).

Posteriormente, el biólogo hace su primer registro en el año 2006 y describe el mismo fenómeno que el guardaparque pero especificando que hay una mayor cantidad de renuevos de *J. acutus* en dirección de la laguna hacia el campo (ver Figura 4.4 y Biol en Anexo I).

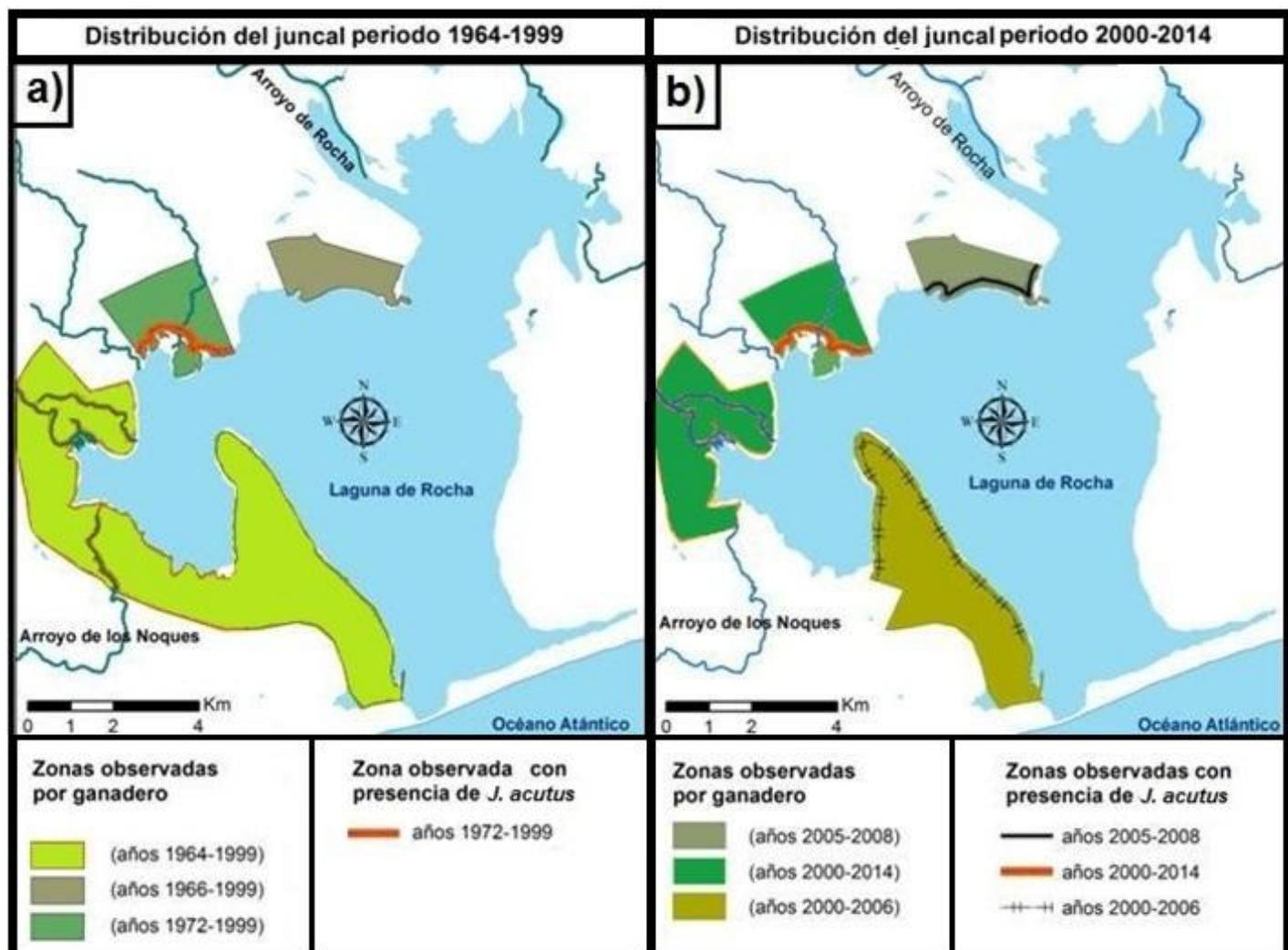


Figura 2.2. Mapa de la distribución espacio temporal de *J. acutus* en la Laguna de Rocha generado de entrevistas a los productores ganaderos (PG). Los subíndices 1,2 y 3 de PG, identifican a cada entrevistado, ver tabla 2.1 y Apéndice I. El recuadro (**Zonas observadas por ganadero**) identifica a cada productor, con la zona y período de observación, que se asocia con un color en el mapa. El recuadro (**Zonas observadas con presencia de *J. acutus***) indica el período en que fue observada la especie, asociado con un tipo de línea en el mapa. De modo que se pueda visualizar quién observó el *J. acutus*, en que período y en qué zona precisa. **a)** Mapa generado para el período 1964-1999 y **b)** 2000-2014.

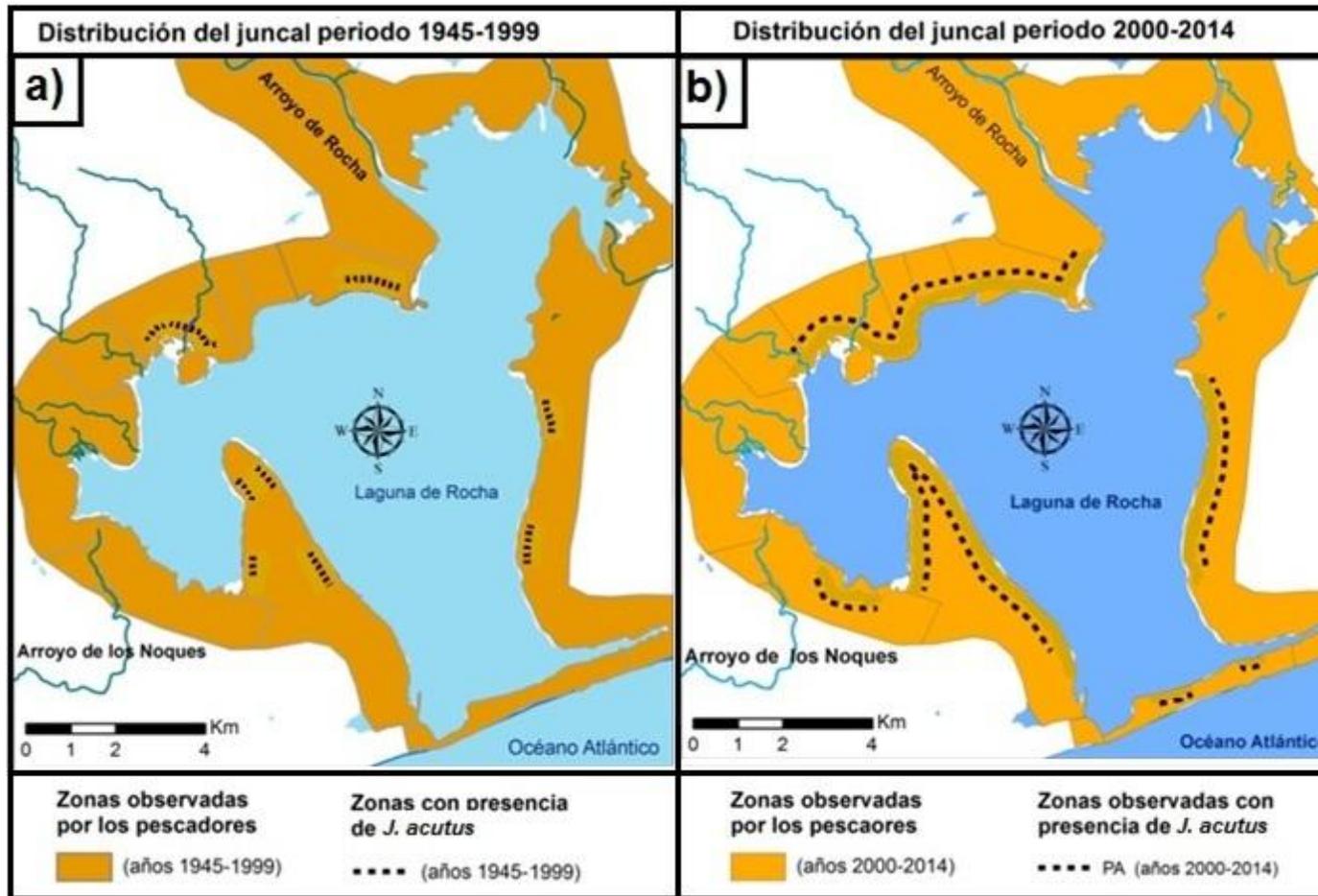


Figura 2.3. Mapa de la distribución espacio temporal de *J. acutus* en la Laguna de Rocha generado de entrevistas a los Pescadores Artesanales (PA). Los subíndices 1,2 y 3 de PA, identifican a cada entrevistado, ver tabla 2.1 y Apéndice I. El recuadro (**Zonas observadas por los pescadores**) identifica a cada pescador, con la zona y periodo en que observó los márgenes de la laguna, que se asocia con un color en el mapa. El recuadro (**Zonas observadas con presencia de *J. acutus***) indica el período en que fue observada la especie, asociada a un tipo de línea en el mapa. De modo que se pueda visualizar quién observó el *J. acutus*, en qué período y en qué zona. **a)** Mapa generado para el período 1945-1999 y **b)** 2000-2014.

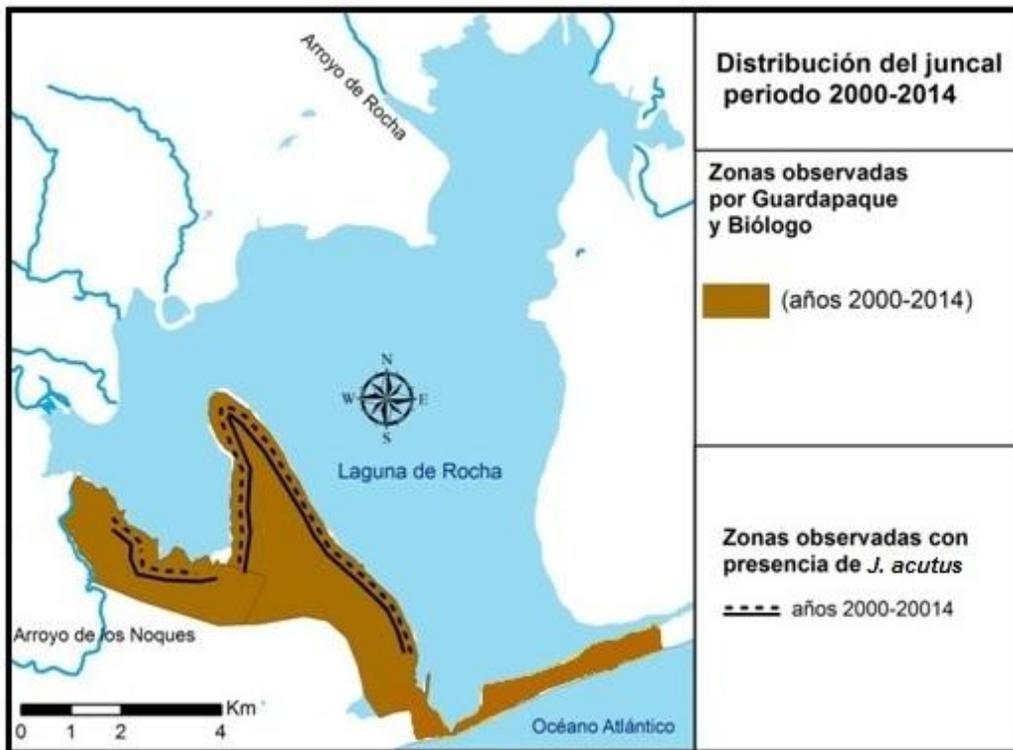


Figura 2.4. Mapa de la distribución temporal de *J. acutus* en la Laguna de Rocha generado de las entrevistas a Guardaparque (GP) y el Biólogo (Biol). Mapa generado para el período 2000-2014. El recuadro (**Zonas observadas por Guardaparque y Biólogo**) identifica a cada uno, con la zona y período en que observó los márgenes de la laguna, que se asocia con un color en el mapa. El recuadro (**Zonas observadas con presencia de *J. acutus***) indica el período en que fue observada la especie, asociada a un tipo de línea en el mapa. De modo que se pueda visualizar quién observó el *J. acutus*, en qué período y en qué zona.

4.2.2- Ecología del *J. acutus* según el conocimiento ecológico local

Para los ganaderos: El *J. acutus* crece en la planicie de inundación predominantemente en la zona baja, a veces asociada a una grama de hoja ancha. En suelos arenosos que son más húmedos que la planicie media, y suele tener 5 cm aproximadamente de barro. También sobre los márgenes de cordones de arena que hay sobre la costa. En cuanto a la relación hídrica esta especie crece en la zona inundable pero no en suelos permanentemente sumergidos. Para ellos la planta adulta tolera las inundaciones estacionales. También se la ve asociada a zonas que se anegan unos 5 cm durante el invierno. Otro indicador que determina los sitios de crecimiento del *J. acutus* son las zonas de resacas.

Para los pescadores: Para los pescadores la dispersión de semillas y el establecimiento del *J. acutus* está muy relacionado con el régimen hídrico. Para ellos las semillas llegan hasta donde alcanza el nivel del agua donde luego crece la planta. Otro aspecto de esto, es que durante las crecientes intermedias, el nivel del agua no alcanza a abrir la barra, y es sobre ese nivel donde esta especie predomina actualmente. En cuanto a la liberación de semillas mediante la ruptura de las cápsulas y su germinación, estos se ven favorecidos por el aumento de la temperatura (principalmente en verano). Al cabo de dos o tres años la planta alcanza la adultez y esta es capaz de tolerar las inundaciones. Otro indicador que determina los sitios de crecimiento del *J. acutus* son las zonas de resacas.

Para el Guardaparque: Los períodos de inundación conjuntamente con la actividad del ganado influyen en las dinámicas poblacionales del juncal. Una hipótesis que plantea es que cuando la laguna inunda las zonas bajas, con 4 cm aprox. de anegamiento, el ganado no puede comer las plantas recién germinadas, cuando el agua es salobre. Luego de 2 o 3 meses, el junco se endurece y deja de ser palatable y al cabo de 2 años aprox. la planta llega a la adultez.

Para el Biólogo: El *J. acutus* crece en la planicie de inundación en los suelos CONEAT 3.12 (“Comprende llanuras bajas ubicadas al borde de algunas lagunas del este y en la desembocadura de algunos arroyos que permanecen inundadas durante varios meses del año. Se encuentran representados en las lagunas de Rocha [...] Los suelos son profundos y muy pobremente drenados, de texturas variables y con problemas de salinidad en el perfil. Se clasifican como Gleysoles Háplicos Melánicos/Ocricos de texturas variables, generalmente arenosas, salinos y ligeramente salinos (Gley-húmicos salinos). La vegetación está constituida por praderas estivales de tapiz algo abierto y comunidades halófilas. El uso es generalmente pastoril muy restringido” [CONEAT, 1979]), sobre la franja que buena parte del tiempo permanece sin agua y su abundancia es mayor hacia la laguna. Ese suelo es limítrofe con el CONEAT 3.10 (“Son bañados que ocupan áreas de muy poca extensión en las lagunas de Rocha [...] Los suelos son muy variables, pero poseen como característica común la de ser extremadamente salinos [Gleysoles Háplicos Ócricos/Melánicos, salinos, flúvicos]. La vegetación está constituida por comunidades halófilas y prácticamente no tienen uso” [CONEAT, 1979]), que se ubica más sobre la laguna, que es donde predomina la vegetación de alto porte como la espartina. Para él hubo un aumento de renuevos de *J. acutus* en dirección hacia al campo.

4.2.3- Cambios en el ecosistema observados por los pobladores locales en el período de estudio

Para los ganaderos: La barra se abría naturalmente en varios lugares y era más móvil entre los años 1978-1988. Posteriormente a partir del año 2000 aprox. comenzaron las aperturas artificiales. Para ellos los períodos de inundación siempre fueron variables, pero aumentaron un poco y siempre fueron mayores durante invierno. La altura de la inundación puede sobrepasar el pastizal salino (ocupando 20% del campo para uno de los productores) y permanecer desde pocos días a meses según el estado de la barra. En los últimos años, si llega a ocurrir, no dura más que pocos días, recurriéndose a las aperturas artificiales de la barra.

Para los pescadores: Antiguamente había mayor permeabilidad entre la laguna y el mar sobre la franja costera. El canal de la barra alcanzaba 5 m de profundidad y la barra podía permanecer más tiempo abierta, incluso con baja altura de la laguna. Bajantes y subidas grandes eran más comunes y rápidas en ese tiempo. A partir de una gran tormenta entre los años 1965-75 cambió el sitio de apertura de la barra y disminuyó su profundidad. Hasta el 1984 las aperturas naturales eran más frecuentes (3 a 4 veces /año). El período de inundación siempre fue variable, pero ha aumentado un poco y siempre ha sido mayor en invierno. El agua de la laguna y el suelo donde se depositan las resacas, se calientan más en los últimos años, debido al incremento de temperaturas. Además, según uno de los pescadores, aumentó la radiación solar y son más frecuentes las lluvias localizadas.

Para el guardaparque: Se han detectado cambios en la dinámica de la barra y en el régimen hidrológico de la laguna. Debido a que aumentó la frecuencia de aperturas de la barra y muchas de estas fueron artificiales. A consecuencia de esto las inundaciones han permanecido menos tiempo que antes y no suelen durar más que algunos pocos días.

Para el biólogo: Se han detectado cambios en las aperturas de la barra y en el régimen hidrológico de la laguna. Debido a que habría aumentado la frecuencia de aperturas de la barra y de las aperturas artificiales. Como consecuencia de esto la planicie de inundación habría pasado a permanecer menos tiempo inundada que antes.

4.2.4- Percepción de los efectos de la expansión de *J. acutus*

Para los ganaderos: Reduce el área de pastoreo y de tránsito del ganado. El Junco (*J. acutus*) no tiene utilidad desde su punto de vista porque no es palatable

y no aporta a la vida silvestre. Además habría favorecido el aumento de la población de jabalíes (*Sus scrofa*) considerados plaga.

Para los pescadores: Afecta poco a la pesca pero reduce la superficie de captura, rompe redes, dificulta el tránsito e impide calar redes. En especial, afectó la pesca del pejerrey y piensan que podría afectar negativamente la alimentación de este pez al menos en determinadas épocas del año. Entienden que es perjudicial para el ganadero ya que no es palatable e impide el tránsito de personas y del ganado. En cuanto a otros efectos sobre la biodiversidad, desde su percepción la expansión del *J. acutus* habría generado un aumento en la población de zorros (*Cerdoiyum thous* o *Licalopex gymnocercus*), manopeladas (*Proyon cancrivorus*), jabalíes (observado desde 1994 en Laguna de Rocha) y ratas (Subfamilia Sigmodontinae). También provocó disminución de diversidad en aves y plantas.

Para el guardaparque: Reduce el área de pastoreo y de tránsito tanto de animales como de personas. Ha observado que el pescador cuando puede ingresa a la zona del juncal a pescar por lo tanto la expansión de esta especie le puede generar dificultades para pescar en esas zonas. Este Juncal atrae zorros, gatos de pajonal (*Lynchailurus braccatus*), ratas, zorrillos (*Conepatus chinga*) y jabalíes. Considera que la actividad del Jabalí daña las pasturas y son un riesgo para el ganado ovino.

Para el biólogo: Reduce el área de pastoreo, modifica la estructura vegetal y es negativo para la biodiversidad de aves ya que la modificación de la estructura vegetal implica la pérdida de sitios de alimentación, al menos para algunas aves.

4.2.5- Posibles causas de la expansión según el conocimiento ecológico local

Para los ganaderos: Según su percepción el jabalí contribuye a la germinación del *J. acutus* y por ende a su expansión. Otro factor pudo haber sido la disminución del pastoreo mixto (oveja-vacuno) que había en décadas anteriores, este pudo haber sido un antiguo control de la población de *J. acutus* (a nivel de las plantas juveniles). En cambio, una vez que comenzó la expansión, el mismo pastoreo del ganado (vacuno) pudo haber sido un factor que generó una selección positiva hacia el *J. acutus* en esa comunidad vegetal, ya que éste no es palatable (al menos cuando es adulto). Además, uno de los ganaderos piensa que el no haber tomado medidas de control fue otro factor que favoreció la expansión. También consideran que la expansión de esta especie fue favorecida por su alta producción de semillas que son dispersadas mediante las inundaciones depositándose en “la resaca”.

Para los pescadores: La expansión del *J. acutus* fue favorecida por las inundaciones, debido a que tiene una alta producción de semillas, y que son dispersadas por el agua. Además, el aumento de temperaturas y radiación solar percibidos por ellos fueron factores importantes para la expansión, debido a que generó mejores condiciones de germinación del *J. acutus*. La quema según su punto de vista, tuvo efectos indirectos muy favorables para el aumento poblacional de la especie. Uno de los pescadores plantea a modo de hipótesis, que podría haber llegado una especie no autóctona muy similar al *J. acutus* y con una mayor capacidad de reproducción, que sería la que se ha expandido.

Para el guardaparque: Períodos de inundaciones más prolongados combinados con una menor presión de pastoreo son factores que podrían favorecer la expansión. Esto lo relacionó a que con 4 cm aproximadamente de anegamiento, el ganado no la come. Y el cese de una medida de control que era la quema también pudo haber sido un causante de la expansión.

Para el biólogo: El cambio en el régimen de inundación sería un factor determinante de la expansión. Debido a que la sumersión era un modo de control sobre el *J. acutus*, que ha sido favorecido por los actuales períodos de inundación que son más cortos, los cuales están relacionados con un aumento en la frecuencia de aperturas de la barra.

4.2.6- Sugerencias para el manejo según los actores locales

Para los ganaderos: El uso de herbicidas químicos es el único control efectivo que conocen. Entienden que la quema como control no es útil o viable, tanto es así que dos de los productores nunca quemaron el *J. acutus*. Las quemas eran realizadas en la zona SW (Tropicalia) entre los años 2000 y 2005. Para uno de los ganaderos éste podría ser un tipo de control efectivo pero difícil de aplicar debido a que las matas en muchas zonas no están en contacto entre ellas y sumado a la humedad, el fuego no se propagaría fácilmente. Para ellos la inundación no controla al *J. acutus* adulto pero desconocen si con la planta juvenil ocurre lo mismo. Uno de los productores propone como medida de control, aplicar una máquina rotativa (de corte) sobre las matas de *J. acutus* y luego pastoreo de vacuno y oveja. Ya que los rebrotes generados podrían llegar a ser consumidos por estos animales.

Para los pescadores: Desconocen si existe algún control efectivo. En cuanto a la quema del *J. acutus* como medida de control, plantean que antes no se practicaba con este fin porque no era un problema. Sin embargo, en las que se llevaron a cabo en la zona SW (Tropicalia), percibieron que produjo un efecto contrario al buscado, ya que posteriormente hubo un mayor aumento del juncal en esos sitios. En relación al posible control de las inundaciones sobre esta especie, consideran que al menos la planta adulta no es afectada.

Para el guardaparque: Un posible manejo sería la quema localizada, en diferentes épocas del año. Según este entrevistado en el año 2000 en la zona S-SW (Tropicalia) ya no se quemaba y el año 2010 se prohibieron en toda la laguna, pero persistieron quemadas puntuales. Plantea que el control químico aplicado a poca escala, una mayor presión de pastoreo y quemadas puntuales podrían funcionar. Pero hasta no saber si la expansión del *J. acutus* tiene consecuencias positivas o negativas para el ecosistema no se tomarán medidas de control por parte de los administradores del AP.

Para el biólogo: Un manejo de la barra que permita períodos prolongados de inundación controlaría al *J. acutus* y tanto la quema como el control químico serían efectivos.

4.3- Análisis del cambio en las variables ambientales y su relación con la expansión del *J. acutus*

Las variables ambientales analizadas fueron el nivel del agua de la laguna (período 1956-2005, 49 años), la temperatura del aire (período 1961-2013, 52 años) y precipitaciones (período 1946-2013, 67 años). En todos los casos se observó un incremento de estas variables en relación a las medias históricas registradas.

4.3.1- Análisis del nivel del agua de la laguna

La media del nivel máximo mensual de la laguna aumentó en comparación a los períodos previos a 2004. El aumento fue de 0.20 m desde el período 1961-1971 (media de 0.51 m) hasta el último período analizado (0.71 m) (Figura 3.1.). La media del nivel máximo mensual de la laguna para los períodos 1961-1971, 1972-1993 y 1994-2004 (Figura 3.1.) mostró un ciclo anual donde los valores máximos se encuentran por encima de 0.87 m (nivel que representa el límite fiscal del espejo de agua) entre el otoño y principio del invierno y disminuyen hacia el comienzo de la primavera, con valores inferiores a 0.48 m, volviendo a aumentar hacia el inicio del otoño.

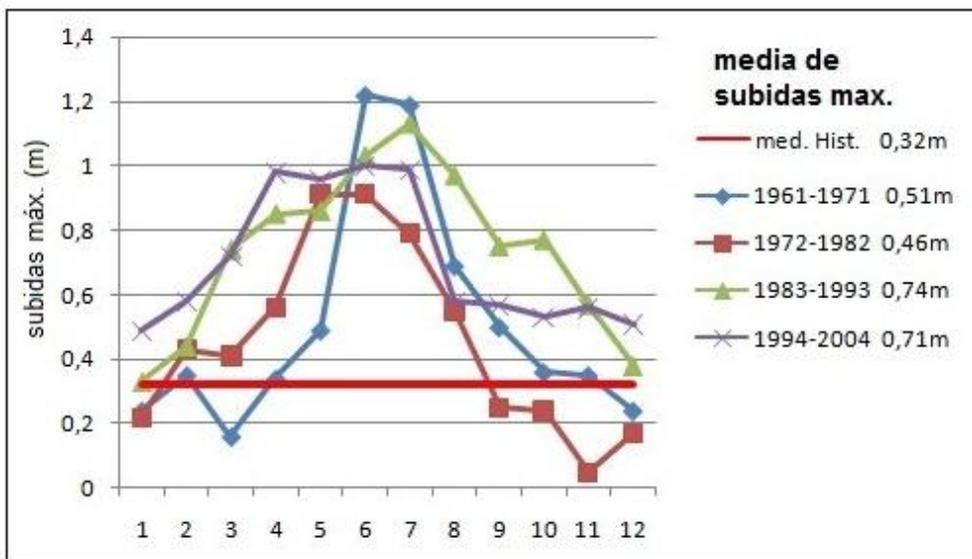


Figura 3.1. Media de los niveles máximos del agua mensuales de la Laguna de Rocha, para los cuatro períodos señalados. La media histórica (med. Hist.) corresponde al período 1956-2005. En la leyenda se indica la media de los niveles máximos por período.

Se observó un cambio en la distribución temporal de los niveles máximos de la laguna en el ciclo anual (figura 3.1), donde se registró un movimiento de la secuencia de las 4 oncenas, similar a la apertura de un paraguas. La primera serie alcanza valores máximos pero con menor amplitud temporal (mes 6 y 7) y en las endécadas sucesivas se expande hacia las laterales, pero no alcanza niveles tan elevados.

En la Figura 3.2 se muestra la media y desvío estándar mensuales del nivel de la laguna para los mismos períodos. En función de las medias mensuales y especialmente del desvío estándar se observa cómo la variabilidad temporal, principalmente entre meses, se redujo entre períodos, siendo muy notorio nuevamente, comparando el primer par de períodos con el segundo. Estos datos muestran que el nivel del agua de la laguna es “más estable” a lo largo del año en los últimos dos periodos analizados.

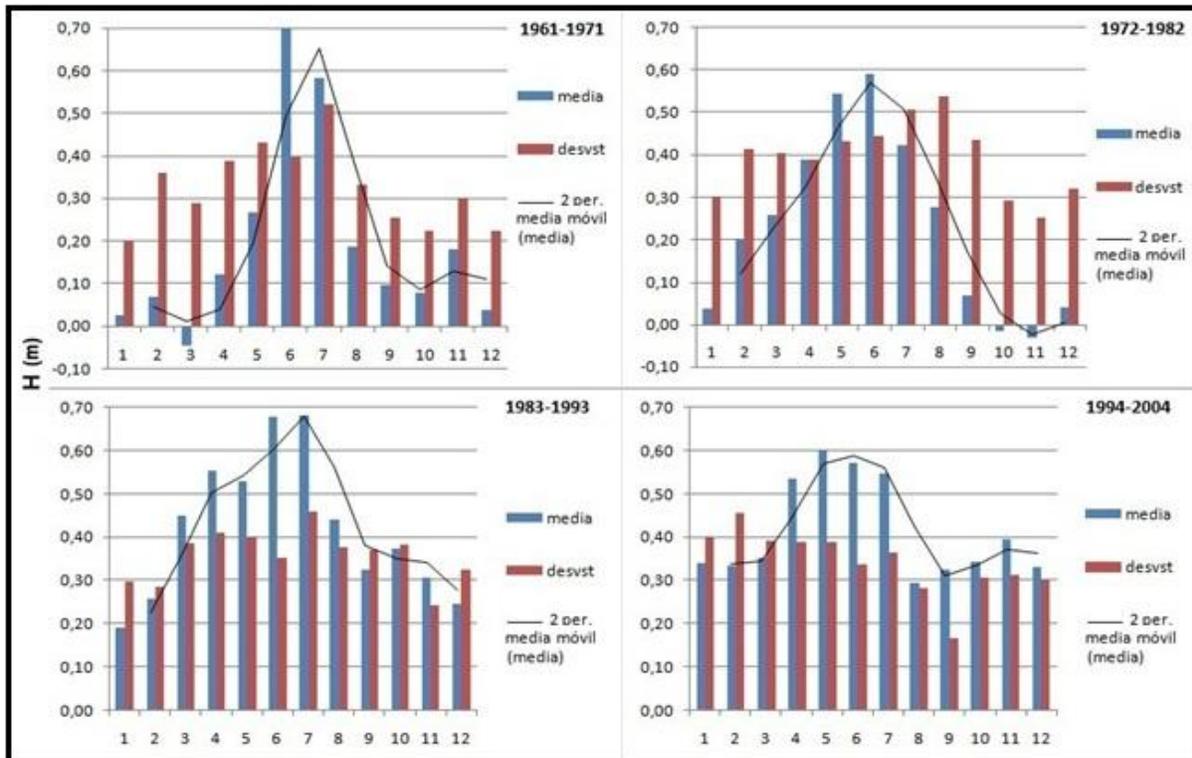


Figura 3.2. Indica la media y desvío estándar (desvst) mensual del nivel de la laguna, para los cuatro períodos señalados en los gráficos (barras azules y rojas respectivamente). La Línea negra muestra la media móvil cada 2 meses para toda la serie temporal.

En la Figura 3.3 se observa cómo la media del nivel de la laguna de cada período aumentó a lo largo del tiempo, donde los dos primeros períodos muestran una media por debajo de la media histórica y los últimos dos por encima. Incluso, el nivel de la media del último período se duplicó con relación al primero, pasando de 0.20 m a 0.42 m.

Además, se observa un evento extremo alrededor de año 1978 con niveles medios mínimos para todo el período y posteriormente un aumento sostenido hasta aproximadamente el año 1990. A partir del año 1983 aproximadamente la media móvil indica un valor por encima de la media histórica la mayor parte del tiempo hasta el año 2004.

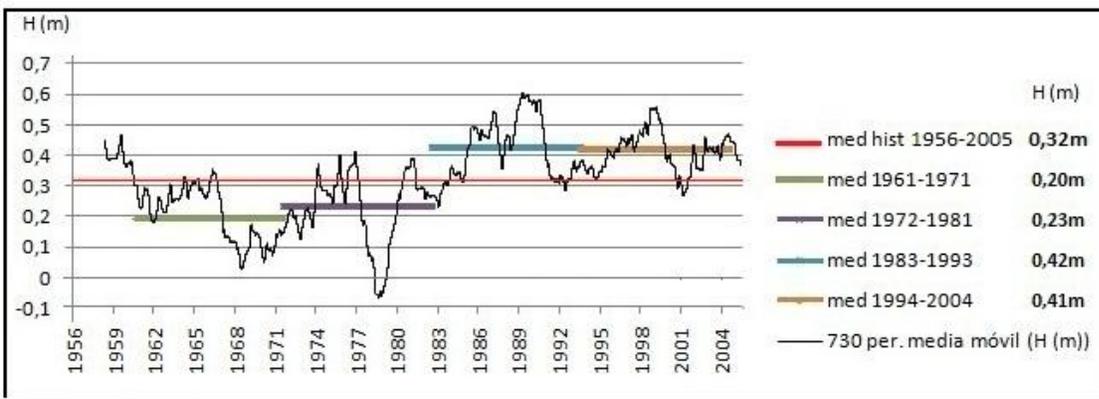


Figura 3.3. Media móvil del nivel diario de la laguna para todo el período y para las cuatro décadas. La media móvil está calculada para 730 días (dos años). Se indica la media histórica para todo el período y para cada década.

En la figura 3.4 se representó el % del tiempo que el nivel de la laguna permaneció en cinco cotas distintas para los períodos analizados. En la comparación uno de los cambios más notorios fue la disminución del tiempo que el nivel de la laguna permaneció en el nivel < 0.0 m, que disminuyó de 31% en 1961-1971 a un 4% en 1994-2004. Para la cota $> 0,87$ m, la máxima analizada, se observó un leve aumento en relación al primer período, pero se mantuvo estable alrededor del 12% desde 1972-1982 en adelante.

La cantidad de tiempo en la cota $\{ \geq 0.0m; < 0.32m \}$ se mantuvo en ascenso pasando de 39%, luego por un descenso entre 1972-1982 y llegando próximo al 50% para el último período.

Si se observa en secuencia, el par de cotas $\{ \geq 0.32m; \leq 0.59m \}$, $\{ > 0.59m; \leq 0.87m \}$ en colores violeta y celeste, se aprecia un valor estable de 22% en los dos primeros períodos. Seguido de un ascenso que se estabilizó en 36% para los restantes dos períodos. En el cual la cota $\{ > 0.59m; \leq 0.87m \}$ prevaleció levemente sobre la $\{ \geq 0.,32m; \leq 0.59m \}$.

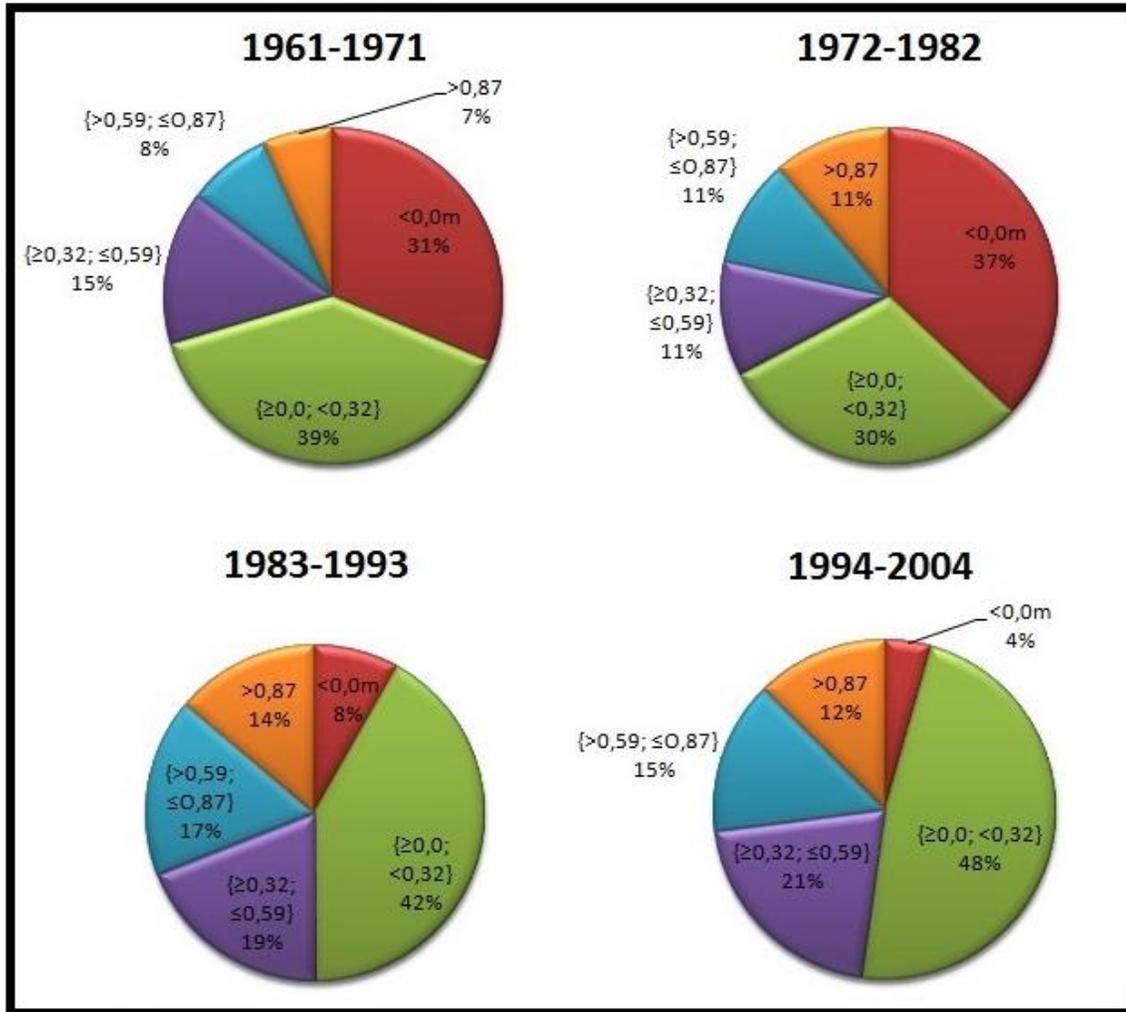


Figura 3.4. Porcentaje de la cantidad de días que la laguna estuvo en las cotas <0.0m; {≥0.0m;<0.32m}, {≥0.32m; ≤0.59m}, {>0.59m; ≤0.87m} y >0.87m para los cuatro períodos indicados.

4.3.2- Análisis de la precipitación y temperatura media anual

La precipitación anual aumentó progresivamente en relación al valor de la media histórica entre 1946-2013. En el gráfico superior de la figura 3.5 se puede ver el valor de las medias para los 4 períodos endecadales y cómo van aumentando de modo escalonado y con respecto a la media histórica. A partir del período 1983-1993 se superan los valores de la media histórica. Puede verse que el período posterior al año 2005 (8 años aprox.), la media continúa siendo elevada. Entre la media del período 1961-1971 y 1994-2004 se dio un aumento de 267 mm.

En el gráfico inferior de la figura 3.5, se puede ver que a partir de año 1980 aprox. se registró un aumento en la media anual de precipitaciones, que se sostiene hasta aprox. el año 1987, momento de la media anual máxima del período histórico de precipitaciones. Posteriormente entre el año 1997-2007 ocurrió otro período de precipitaciones que se sostuvo por encima de la media histórica.

Respecto a la temperatura media anual se observó un ascenso durante el período analizado en relación al valor de la media histórica 1961-2013. En el gráfico superior de la figura 3.6 se puede ver el valor de las medias para los períodos endecadales y su aumento a modo escalonado, hasta el período 1994-2004 (año 1990), cuando la media de estos períodos supera a la media histórica. Puede verse que luego de 2005 (período de 8 años aprox.) la media continúa con igual valor al período anterior. Entre la media del período 1961-1971 y 1994-2004 se dio un aumento de 0.7 C°. En los años 2000 y 2009 ocurrieron los máximos valores para todo el período 1961-2013.

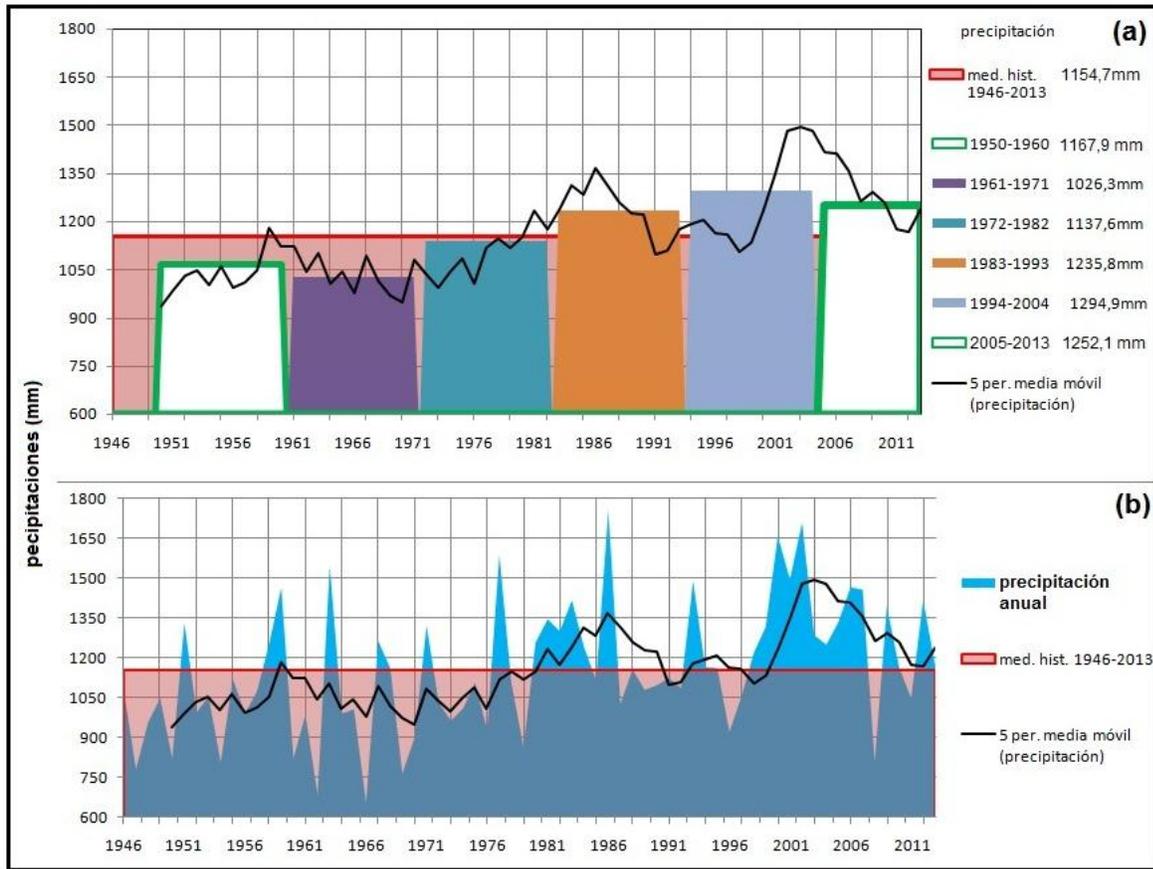


Figura 3.5. Precipitación anual entre 1946 y 2013. La línea negra indica la media móvil de 5 años y la superficie roja la media histórica (med. hist.). **(a)** Grafico de área indicando la media de la precipitación anual para los 4 periodos estudiados anteriormente, más los periodos 1950-1960 y 2005-2013. **(b)** Grafico de área de la precipitación anual para todo el período 1946-2013. Generado de los niveles diarios obtenidos de la Dirección Nacional de Meteorología (DNM).

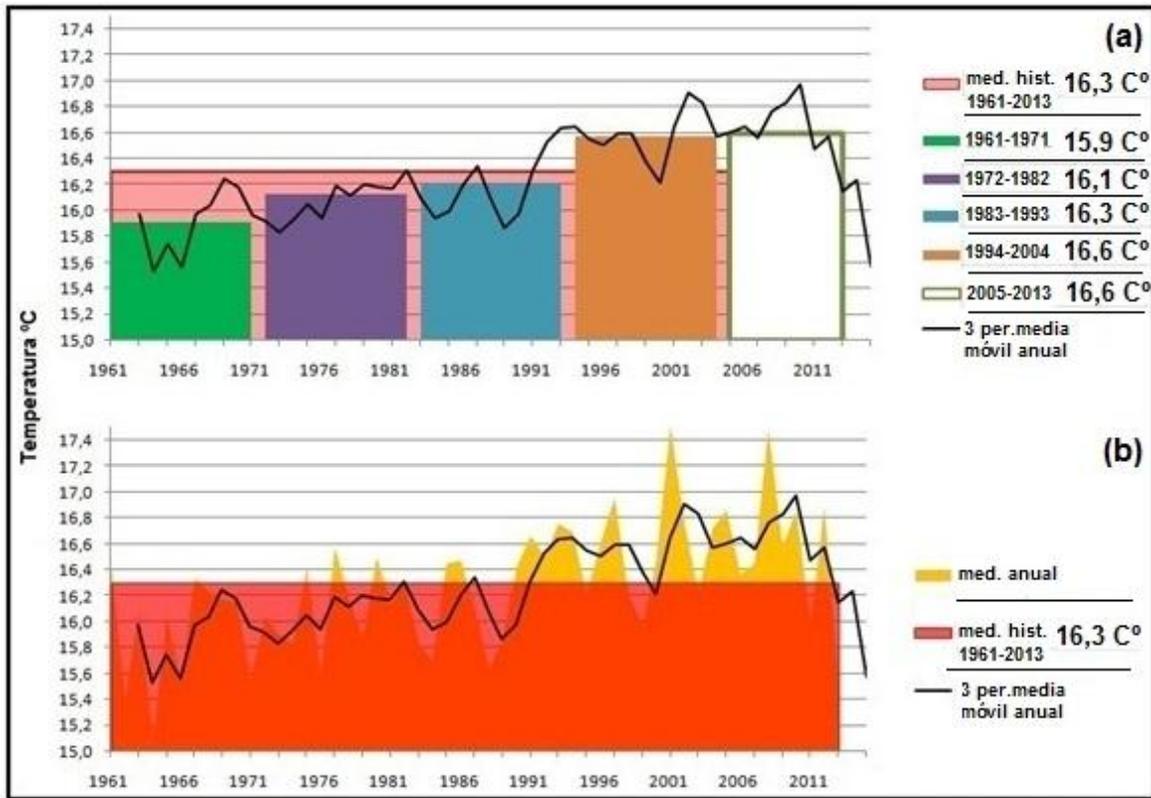


Figura 3.6. Temperatura media anual entre 1961 y 2013. La línea negra indica la media móvil de 3 años y la superficie roja la media histórica (med. hist.). **(a)** Gráfico de área indicando la media de la precipitación anual para los 4 periodos estudiados anteriormente, más el periodo 2005-2013. **(b)** Gráfico de área de la precipitación anual para todo el período 1961-2013. Generado de la temperatura anual obtenidos de la Dirección Nacional de Meteorología (DNM) .

4.3.2- Relación entre la distribución de *J. acutus*, tipo de suelo, ambientes y el nivel del agua de la laguna

Se superpuso el mapa de distribución de *J. acutus*, el mapa de suelos CONEAT y el de ambientes (tipos de vegetación de la laguna), generado por Nin et al. (2012 sin publicar) en el marco de la elaboración del plan de manejo del área protegida, con el mapa nivel del agua de la laguna en el SIG (Fig. 3.7). Se observó que la franja ocupada por *J. acutus* predominó en la zona intermedia entre el pastizal costero dominado por gramíneas de bajo porte y el humedal de *Spartina densiflora* y *J. acutus* (figura 3.7).

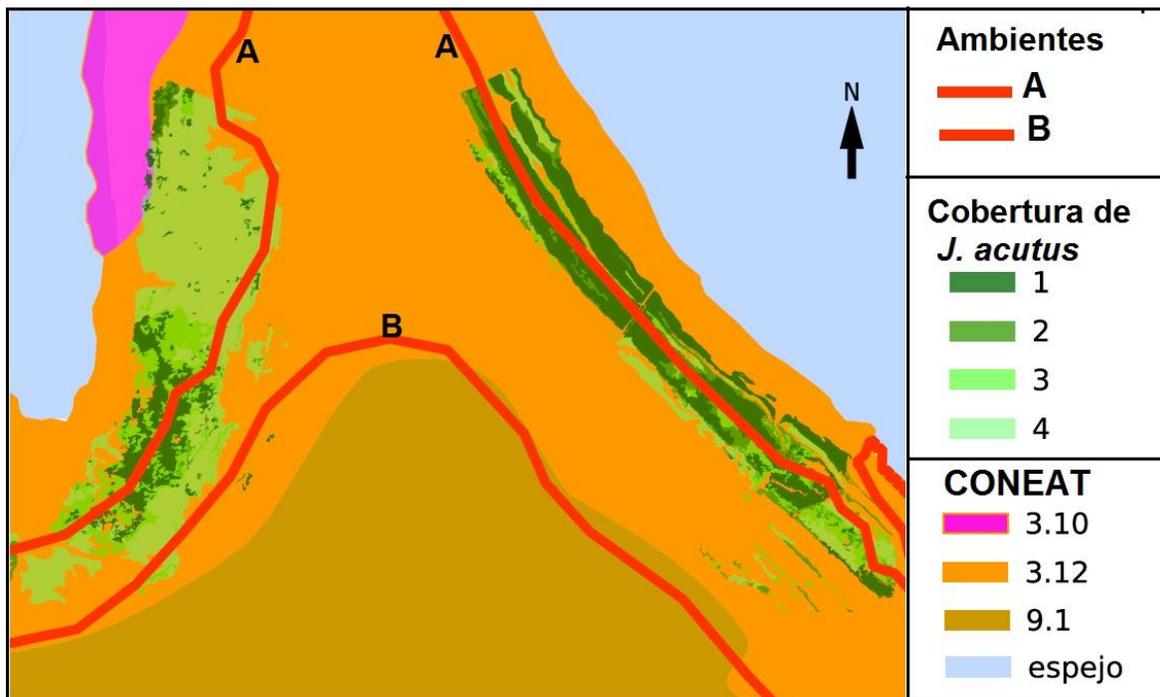


Figura 3.7. Mapa que muestra la relación entre el tipo de ambientes, tipos de suelo y cobertura de *J. acutus*. La línea roja (A) representa el límite entre el **humedal *S. densiflora* y *J. acutus*** y el **Pastizal Costero** y la línea (B) representa el límite entre el **pastizal costero** y el **pastizal de campo medio**, del mapa de ambientes de Nin et al. (2012 sin publicar). La cobertura de *J. acutus* se presenta según las clases 1, 2, 3 y 4 en tonos verdes. Se indican los suelos **CONEAT: 3.10** (violeta), **3.12** (naranja) y **9.1** (marrón), y en celeste el espejo de agua.

En la figura 3.8 podemos ver identificada la cobertura de *J. acutus* para dos aéreas inundables y su relación con la caracterización de los niveles de la Laguna de Rocha para las zonas SW realizada por una modelación hidrológica (Conde et al. 2015). Los parches en color verde claro indican sitios de cobertura de *J. acutus* y las líneas de color azul y negro las cotas 0.35 m y 0.87 m, respectivamente.

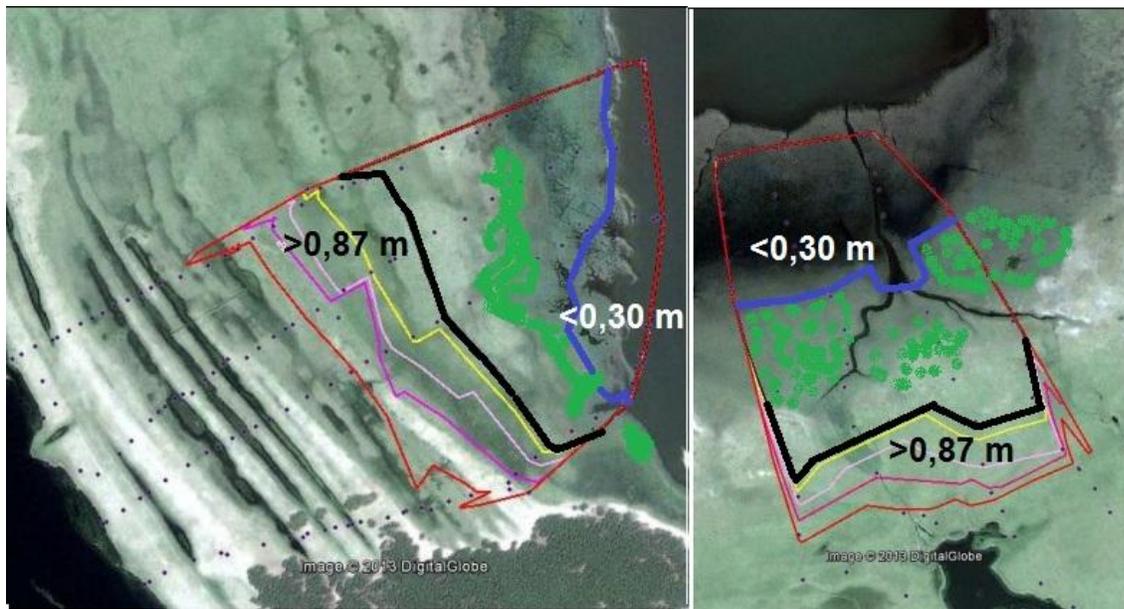


Figura 3.8. Zonas inundables para diferentes niveles de la Laguna de Rocha y sitios con cobertura de *J. acutus*. Sitios coloreados con verde, representa la cobertura de *J. acutus* actual. Líneas con borde de colores representan diferentes niveles de agua en la laguna: línea azul 0.35 m y línea negra 0.87 m. Imagen izquierda se ubica a algunos cientos de metros de la parte sur de Z2 y la imagen de la derecha corresponde al límite Oeste de Z1. Imagen obtenida del informe del modelado hidrológico de la Laguna de Rocha (Teixeira et al., 2013).

5- Discusión

1- Análisis de la distribución espacio-temporal de *J. acutus*

El análisis de las imágenes de la serie 1943-1967 y 2010-2013 indica que hubo una colonización de *J. acutus* en la planicie inundable de la Laguna de Rocha a partir del año 2010, mientras que la detección de cobertura de *J. acutus* en las imágenes antiguas fue negativa. Esto coincide con las observaciones de los entrevistados de que esta planta se expandió a partir del año 2000 aproximadamente, pero con la diferencia de que ya estaba establecida en la Laguna de Rocha durante el período 1943-1967. Mediante el análisis de imágenes, se demostró la colonización de *J. acutus* fundamentalmente en zonas de arenales. Sin embargo, según los entrevistados, ésta también colonizó superficies que tenían otra cobertura vegetal. Posibles explicaciones a estas diferencias son que casualmente no había *J. acutus* en los sitios analizados, o que había pero no fue detectada debido a limitaciones metodológicas. La capacidad de detectar diferentes tipos de vegetación en las fotografías aéreas fue inferior que en las imágenes satelitales, debido a que son en *blanco y negro* y de menor definición. Y esto pudo haber impedido la identificación de cobertura *J. acutus* en zonas donde había tapiz vegetal previamente (representada por matices de grises). Esto llevó a que el único modo seguro para determinar si un sitio fue o no colonizado por *J. acutus* fuera: comparar sitios sin vegetación (o sea zonas de arenales) en imágenes antiguas, con imágenes actuales, razón por la cual se pudo haber subestimado a esta población del *J. acutus*. Otro caso que generó incertidumbre fueron las zonas más próximas a la laguna, debido a que se encontraron indicios de vegetación de alto porte para los años 1943-67 (mediante estereoscopia), pero no se pudo distinguir si pertenecía a *J. acutus* o a otras especies de alto porte. De todos modos, estos sitios actualmente están dominados por *Spartina* y pertenecen a zonas más inundables, por lo tanto es poco probable que fuera cobertura de *J. acutus*. Además, si la población de esta especie (a diferencia del estado actual), era tan escasa que se limitaba a pequeñas agrupaciones de matas (según los entrevistados), esto debió disminuir aún más las probabilidades de identificar su presencia en las imágenes antiguas.

En cuanto a la magnitud de la expansión observada comparando las imágenes, el *J. acutus* colonizó el 63% (3,7 ha aprox.) del total de las zonas de arenas (5.9 ha aprox.) lo cual representa una superficie importante de este microambiente. Sin embargo, esta superficie colonizada representa apenas el 5% de la cobertura total de *J. acutus* mapeada. Teniendo en cuenta estos datos y el conocimiento local, podemos inferir que no pudimos calcular la magnitud real de la expansión de *J. acutus*. Ya que la mayor parte de ésta, debió ocurrir en las zonas que no eran de

arenas, o sea donde actualmente está la mayor parte de la cobertura del *J. acutus*. La superficie total de cobertura para esta especie, en nuestra área de estudio del año 2013, fue de 100.6 ha.

Se observaron diferencias en la cobertura de la especie entre ambas zonas analizadas, mientras en la Z1 predominó la clase 4 y es más ancha la franja del juncal en la Z2 se observó lo inverso. Esto indica que la distribución de *J. acutus* puede variar mucho aún en sitios muy cercanos sobre el margen de la Laguna de Rocha. Esto puede deberse a la heterogeneidad del ambiente. Si observamos la microtopografía y el régimen hídrico se nota cómo se generan condiciones de anegamiento levemente distintas en diferentes zonas y parches, suficientes para condicionar la presencia de *J. acutus*, especie sensible a estas condiciones (Cagnioni, 1999). Si bien la zona de estudio parece muy homogénea ambientalmente, pequeños cambios en la topografía generan condiciones muy diferentes, explicando la disposición de las especies y las diferencias tan marcadas entre zonas muy cercanas. La Z1 tiene una pendiente menos pronunciada y más extensa (ancha), y con un solo “canal de marea”, que separa *S. densiflora* de *J. acutus*. Mientras que en la Z2 la llanura inundable es menos extensa (angosta) y tiene varios charcos o canales paralelos a la línea de costa, lo cual genera repeticiones de la transición entre agua y campo, con condiciones ambientales que serían más propicias para el establecimiento del *J. acutus*. Esto explicaría la predominancia de la cobertura densa en la Z2 y una cobertura más dispersa en la Z1 donde el terreno es más uniforme en una vista perpendicular a la línea de costa. Otra explicación podría ser que ambas zonas se encuentran en diferentes etapas de la colonización de la especie, la Z1 con una colonización más consolidada que la Z2.

5.2- Conocimiento ecológico local

5.2.1- Evolución de la cobertura de *J. acutus*

Según el análisis del conocimiento local hace al menos 70 años aprox. que hay “Capi negro” (*J. acutus*) (pescador y entrevistado más antiguo en la zona), mientras que para el resto de los pescadores y uno de los ganaderos la especie se encuentra desde que ellos conocen la laguna. Según los entrevistados, el *J. acutus* estaba distribuido de manera dispersa y era pequeña la población, pero comenzó a expandirse entre los años 1999-2004 en adelante. En el herbario del Museo Nacional de Historia Natural de Montevideo el registro más antiguo de esta especie para Uruguay es de 1867, proveniente de los Humedales del Santa Lucia (Museo Nacional de Historia Natural). Entonces, teniendo en cuenta que esta especie es nativa de América del Sur (Snogerup, 1993) y habita en casi toda la zona costera uruguaya donde hay vegetación halófitas, o sea desde el

departamento de San José a Rocha (Delfino y Masciadri, 2005., Lombardo, 1982 y Fagundez y Lezema, 2005), es razonable que ya estuviera establecida en la Laguna de Rocha, pese a que no fue posible reconocerla en las imágenes más antiguas analizadas. Sin embargo, dos de los ganaderos entrevistados dicen no haber visto a esta especie antes de su expansión y desde su percepción esta planta no es nativa de esta laguna. Según los relatos de los pescadores, el tamaño poblacional de esta especie en décadas anteriores era tan pequeño que lo común era divisar conglomerados de entre 20 o 40 matas pero solamente en algunos sitios sobre los márgenes de la laguna. Entonces es razonable que algunos ganaderos no la hayan observado anteriormente, ya sea porque no estaba en su establecimiento o como dijo el ganadero más antiguo, “*si la cantidad de esa planta era muy poca y no interfería en el pastoreo, el productor no la ve, no le da importancia, es una planta más que está en el campo*”. En cambio, los pescadores al haber recorrido toda la orilla de la laguna durante varias décadas tienen un panorama completo de los márgenes de la laguna y de las zonas donde esta especie ha vivido, por lo cual es razonable que la hayan registrado. Por otra parte, se descartó la posibilidad de que la expansión sea de una especie diferente a *J. acutus*, mediante una campaña de colecta e identificación realizada por el botánico César Fagúndez. Esto fue indicado como posibilidad por el pescador más antiguo y ha sido observado en el Sur de Brasil, donde *J. kraussii* está invadiendo ambientes similares en la Laguna de los Patos.

Según los entrevistados, el *J. acutus* se ha distribuido en casi toda la planicie de inundación de la laguna, con un aumento poblacional diferenciado entre sitios. Siendo los casos más extremos y opuestos la zona SW y la zona N. Según los pescadores en las zonas SW y SSW (incluye las zonas Z1 y Z2), es donde siempre hubo mayor cantidad de *J. acutus* y donde más aumentó. Según uno de los pescadores “*donde habían matas de 20 m por 50 m de largo, ahora ya esas matas tienen 100 m de ancho por 500 m de largo, todo así, es impresionante (...) lo que eran matas separadas se están empezando a unir, haciéndose bañado (...) se va haciendo todo una franja alrededor de la laguna*” (PA3 en Anexo I). Pero también aumentó en las zonas NW y NE. Mientras que en la zona N casi no hay *J. acutus* y tampoco en uno de los establecimientos de la zona W, según pescadores y ganaderos. Además, el *J. acutus* ha colonizado recientemente la zona S, en las inmediaciones del poblado de los pescadores de la barra.

Estos testimonios permiten hacer una estimación cualitativa y preliminar de la posible evolución de la distribución de la cobertura de *J. acutus* en la Laguna de Rocha hasta los últimos 70 años. Lo cual es relevante ya que mediante el análisis de imágenes mediante SIG, varias de estas observaciones no fueron posibles de

realizar. Además, valoriza la importancia del conocimiento ecológico local, para ayudar a resolver problemas o entender mejor este ecosistema.

5.2.2- Percepción y consecuencias de la expansión de *J. acutus*

Las malezas o plagas son calificativos que dependen del perjuicio o intereses afectados por determinadas especies y este calificativo puede cambiar según el contexto histórico o cultural (Mortimer, 1990 y Labrada y Parker, 1996). Debido a la expansión del *J. acutus*, ésta especie es considerada maleza o plaga por los actores entrevistados, debido a que repercute negativamente en el área productiva y en la biodiversidad de la Laguna de Rocha. Desde el punto de vista productivo, no hubo estimaciones de qué porcentaje de sus economías estarían implicadas. Pero la expansión del *J. acutus* habría afectado principalmente al productor ganadero y en menor medida al pescador artesanal, porque reduce las zonas de alimentación y tránsito de ganado y peces. Además, dificulta el tránsito de personas, ya sea de a pie, a caballo o mediante embarcación, que es requerido en sus actividades de producción. Según Parsons y Cuthbertson (2001) las poblaciones de *J. acutus* suelen impedir el tránsito, debido a que tiene una fuerte espina y genera poblaciones densas. Además, según los ganaderos, la expansión de *J. acutus*, contribuyó al establecimiento del Jabalí considerado plaga (en Uruguay), que puede atacar al ganado en época de crías o destruir el suelo y con ello las pasturas, lo cual también coincide con la bibliografía (Decreto N° 96/004, 2004. y Barrios-García et al., 2012). Además, según estos actores, el aumento del Jabalí ha incidido positivamente en la propagación del junco, ya que las osadas dejan superficies de suelo desnudo donde la planta podría establecerse. En cuanto al Jabalí, es importante considerar que es una especie exótica para la zona y es considerada un ingeniero ecosistémico (Barrios-García et al., 2012). Las osadas del Jabalí modifican la comunidad vegetal y la estructura del suelo (Ballari et al., 2014 y Barrios-García et al., 2012), lo que son estímulos que favorecen la germinación del *J. acutus*. Es muy probable que el Jabalí esté promoviendo el aumento de *J. acutus*, pero no hay estimaciones de cuánto impacto pudo haber provocado. La población de Jabalí se estableció en AP aproximadamente en el mismo periodo que comenzó la expansión del *J. acutus*, lo mismo las quemas. Solo que estas habrían sido en parte para controlar al *J. acutus* (ya que también se quemaba espartina para generar rebrotes para el ganado), por lo tanto, es posible que se haya agravado la situación.

Según experiencias en Australia, posterior a la que quema del *J. acutus* ocurre un aumento de la germinación (Dixon, 2006), debido a que el suelo queda desnudo (sin competencia) y la luz estimula la germinación. Además, esta planta es considerada pionera (Sauer, 1988. en Luz, 2004) y propensa a colonizar áreas arenosas abiertas (Martínez-Sánchez et al., 2006 y Pearson y Cuthbertson 2001).

Los pescadores entrevistados, señalan que la quema también facilita la liberación de las semillas que están encapsuladas, dejándolas rápidamente disponibles a la próxima germinación. Según los resultados que ya vimos, la zona perturbada por las quemas (Z2 en figura 1.4), actualmente es una de las de mayor densidad de cobertura de *J. acutus* en la Laguna de Rocha, según lo analizado. Al menos hay elementos como para considerar que la quema pudo haber promovido la expansión esa esta zona, por lo cual sería importante investigarlo y profundizar más específicamente la incidencia de esta práctica.

En cuanto a la biodiversidad, no hay estudios que evalúen cuanto de la biodiversidad de la Laguna de Rocha habría sido afectada por la expansión del *J. acutus*. Sin embargo, los entrevistados perciben que habría afectado negativamente a la diversidad de plantas, debido a que desplaza a otras especies en los sitios ocupados por *J. acutus*. Para el biólogo esto también reduciría el área de alimentación de algunas especies de aves, de importancia para la conservación. Otro aspecto tiene que ver con el aumento de cierta fauna que utiliza al juncal como zona de refugio. Además del jabalí, también observaron el aumento de la población de zorros, mano pelada, gato de pajonal y de 'ratas grandes' (posiblemente se refieren a roedores nativos). Esto muestra que este cambio puede ser negativo para algunas especies y benéfico para otras. El Gato de Pajonal (*Leopardus colocolo*) es catalogado en Uruguay como "Vulnerable" y ha sido considerada una especie prioritaria para la conservación, la cual está amenazada por la quema de pastizales y su transformación a monocultivos agrícolas (González y Lanfranco, 2001). Sería importante evaluar la afectación de esta especie a la biodiversidad del área protegida, así como la modificación del paisaje, que desde el punto de vista estético no es el deseado por algunos de los entrevistados.

5.2.3- Ecología de *J. acutus* y conocimiento ecológico local

En base al análisis del conocimiento ecológico local, se identificaron de manera muy precisa las características biológicas y ecológicas de la especie, enfocadas a su hábitat y ciclo de vida. Mucha de la información recabada coincide con la citada en la bibliografía, aunque también se ha generado información específica de esta especie para la Laguna de Rocha. Según el análisis de las entrevistas, la comunidad vegetal de este ecotono está dominada por espartillares (genero *Spartina*) en la zona más interior al estuario y por juncáceas en las zonas más altas del terreno, en este caso *J. acutus*, que soporta períodos de inundaciones más cortos, lo cual coincide con la bibliografía (Cagnoni, 1999; Ridaura, 2012, Snogerup, 1993, Lyons, 2006 y Kirschner et al., 2002). Uno de los ganaderos indicó que la especie habita en zonas que durante el invierno suelen permanecer con un nivel de 5 cm aprox. de anegamiento, siendo esa la estación del año con el nivel más alto de la laguna (Conde et al., 2015). Y observaron que predomina en

zonas de resacas, que es la superficie donde se deposita una gran cantidad de sedimentos luego de retirarse las inundaciones. En relación al tipo de suelo, lo ven crecer en suelos salinos, húmedos y arenosos, lo cual coincide con lo que proponen Kirschner et al. (2002). También se ha observado sobre cordones arenosos ubicados al margen de la línea de costa. Para el biólogo precisamente crece en los suelos CONEAT 3.12 (suelos de gleysoles levemente inundado) que limitan hacia el cuerpo de agua, con el suelo CONEAT 3.10 (gleysol más anegado y salino que el anterior) donde domina la espartina. En la Laguna de Rocha estos aspectos fueron verificados por el análisis de imágenes, reconocimiento de terreno realizado en el área de estudio y bibliografía (CONEAT, 1979 y Nin et al., 2012 sin publicar).

Según el conocimiento ecológico local el *J. acutus* se reproduce mediante semillas y su principal medio de dispersión es el agua. Esto coincide con la bibliografía (Jones y Richards, 1954 y Parsons y Cuthbertson, 2001), ya que éste es el principal modo de reproducción y dispersión para la especie, con la salvedad que además puede reproducirse mediante proyecciones rizomatosas (ver discusión final). Para algunos pescadores y ganaderos el proceso de germinación es favorecido por el ascenso de temperaturas, la remoción del suelo, la quema, la humedad y el aumento de la radiación solar. Estos factores son los principales que afectan la germinación de la especie, sumado a las condiciones de salinidad, según la bibliografía consultada (Boscaiu et al., 2007 y Martínez-Sánchez., et al 2006). Según los pescadores, la quema, las temperaturas altas y la humedad pueden producir la ruptura de las cápsulas, con posterior liberación de semillas, dejándolas accesibles a la siguiente etapa germinativa, lo cual genera un aumento de la población. Ellos describieron a este fenómeno, como análogo al observado sobre las vainas de acacias (*Acacia longifolia*) o “piñas” (conos) de pinos (Pieterse y Cairns, 1988 y Herrero de Aza et al., 2004). En la bibliografía consultada no se pudo encontrar referencias sobre este fenómeno para el *J. acutus* en relación a la ruptura de las cápsulas pero es común que ocurra en plantas con cápsulas, como en los ejemplos que dieron los pescadores. Pero algunos estudios (Dixon, 2006 e Isacch et al., 2004) observaron una gran recuperación de la población de *J. acutus* post-quema, que coincide en cierto modo con los entrevistados. Por otra parte, la combinación de humedad y temperaturas altas que ocurren en las resacas, que es donde abundan las semillas de *J. acutus* según los entrevistados, funcionarían como grandes germinadores, principalmente en días cálidos y posteriores a una inundación. La planta juvenil, al cabo de unos dos o tres meses adquiere un tallo duro y oscuro, según uno de los ganaderos y llega al estadio adulto al cabo de unos, dos o tres años, con raíces muy resistentes a la remoción manual. Según pescadores y ganaderos, la planta adulta tolera las inundaciones grandes y tiene la capacidad de rebrotar posterior a la quema. Los cambios descritos en la planta durante el pasaje del estadio juvenil a adulto y la capacidad de resistir a la quema

y a las inundaciones periódicas, coincide con la bibliografía (Brown y Bettink, 2006; Dixon, 2006; y Parsons y Cuthbertson, 2001) Aunque no se encontró bibliografía que describa con precisión el tiempo que demora en endurecerse las hojas, esto ocurriría en un lapso de meses (Parsons y Cuthbertson, 2001 y Jones y Richards, 1954).

5.2.4- Cambios en el ecosistema que pueden afectar la expansión de *J. acutus*

En base a lo consultado a los pobladores locales, los cambios ecológicos más notables para los últimos 50 años en la Laguna de Rocha están relacionados al régimen hídrico, la geomorfología de la franja costera y del clima. A esto se suman nuevos usos del suelo, relacionados a la producción (Rodríguez-Gallego 2010). Por ejemplo, el pasaje de un sistema predominantemente ganadero extensivo a uno agrícola-ganadero, y la producción de ganado mixto (ovino y vacuno) que pasó a ser predominantemente vacuno, según lo relato por los ganaderos. También el aumento de la población en las localidades del Puerto de los Botes, La Riviera y ciudad de Rocha, con la construcción de viviendas en zonas vulnerables a la inundación (Conde et al., 2015). De modo que estos nuevos escenarios condujeron a modificaciones en el ecosistema y en su manejo. Lo cual es necesario entenderlos en conjunto, al momento de entender por qué y cómo pudo ser afectada la vegetación de la planicie inundable y qué medidas de control emplear.

Uno de los temas, donde más se entrelazan estos factores y por lo tanto más complejos, es todo lo relacionado al manejo de la barra arenosa.

Para los entrevistados la dinámica de la barra y el régimen de inundación de la laguna, están estrechamente relacionados, lo cual coincide con la abundante bibliografía sobre este tema (Conde et al 2015 y referencias). Para el pescador más antiguo, hasta la década del 60 el canal de la barra era bastante más profundo (5 m aprox. de profundidad), lo cual generaba un régimen de inundación diferente al actual. Entonces la barra podía permanecer meses abierta, incluso cuando el nivel de la laguna era inferior al que actualmente es necesario para que permanezca abierta. Esto hacía posible que el nivel de la laguna aumentara o disminuyera a mayor velocidad, según las combinaciones de vientos y precipitaciones. Según el pescador más antiguo, grandes bajantes del nivel de la laguna eran frecuentes en aquel tiempo “...hasta los años 60 más o menos habían más bajantes [...] muy grandes, como la que hubo hace unos años, que la laguna bajo casi a la mitad, y era por la profundidad del canal. Porque con poca agua igual quedaba abierta la laguna, y si se cerraba en ese momento podía quedar con

muy poca agua. También podía pasar al revés y en llenarse muy rápido, si se juntaba una sudestada y un temporal de lluvias...”

El primer cambio importante en la dinámica de la barra, los pescadores lo adjudican a una gran tormenta ocurrida entre los años 1965-75, que habría trasladado el sitio principal de apertura de la barra hacia el SW, que es una zona menos profunda para el canal de la barra. Aún no hay investigación suficiente como para contrastar con todas las observaciones de este pescador pero las bajantes grandes y comunes del nivel de la laguna, en las décadas del 60 y anterior, coinciden con lo observado en el análisis hidrológico. Otro dato interesante de los relatos de este pescador, es que antes habían grandes poblaciones de flamencos que visitaban la laguna, en los tiempos que habían grandes bajantes. Lo cual podría estar relacionado con un tipo de régimen hídrico más compatible con los hábitos de alimentación característico de estas aves, común a zonas de muy poca profundidad.

Otro pescador recuerda que al menos hasta el año 1984 el régimen de inundación y el tipo y frecuencia de las aperturas de la barra eran distintos al actual. Casi siempre eran aperturas naturales y más frecuentes que en décadas posteriores. A partir del año 1988 aprox., comenzaron a aumentar las aperturas artificiales de la barra y a partir del año 2000 ya se abría de forma artificial sistemáticamente todos los años (según uno de los ganaderos). Las inundaciones grandes pasaron de permanecer de varios días o meses, a no más que pocos días. Los motivos de las aperturas artificiales habrían sido para evitar las grandes inundaciones, debido a que afectaban la actividad ganadera y a las comunidades de La Riviera y Puerto de los Botes, según ganaderos y el guardaparque. Pero según los pescadores, la mayoría de las veces, los sitios de aperturas artificiales eran inadecuados, ya tenían un canal menos profundo que el natural. Como consecuencia, esto alteró la dinámica natural de la barra, lo cual fue comprobado por Conde et al., (2015). Además, según los pescadores, esto tuvo efectos negativos en el ciclo de vida de algunas especies de peces, debido a que les dificulta el ingreso a la laguna desde el mar, a causa de la menor profundidad del canal. El otro aspecto muy importante de cambios en este ecosistema, está relacionado al clima.

Según los pescadores, el clima cambió en cuanto a la temperatura, radiación solar y precipitaciones. La temperatura habría aumentado en comparación con décadas anteriores. Esto lo percibieron en el aire, en el agua y en el suelo de las zonas húmedas de resacas, durante las estaciones cálidas. Mientras que durante el invierno, las temperaturas mínimas del agua en la laguna, pasaron a ser más elevadas, en palabras de un pescador “... *la laguna se enfría menos*”. El aumento de la temperatura media y el suavizado de las heladas de invierno, coinciden con los análisis para esta localidad y la región (ver más adelante). También habría

aumentado la radiación solar, percibida mediante “quemaduras” en la carne del pescado provocadas por el sol, mientras están embarcados, y en la propia piel del pescador, que no ocurría en años anteriores, en iguales horarios. El aumento de la radiación solar, coincide con lo detectado para Uruguay y los países vecinos (González et al., 2013). En relación a las precipitaciones, para uno de los pescadores, son más frecuentes las precipitaciones aisladas hacia el horizonte de la cuenca de laguna, aunque no sabía si se debía a que llovía más o menos que antes. El aumento de las precipitaciones también repercute en la dinámica de la barra y el régimen de inundación. Todos los cambios en las variables mencionadas para este ecosistema, pueden afectar directamente o indirectamente a los organismos de este ecosistema, entre ellos al *J. acutus*.

5.2.5- Posibles causas de la expansión de *J. acutus* según el conocimiento ecológico local

Según los diferentes actores, existen varios factores, que determinan o inciden en la expansión de *J. acutus* y que están relacionados a estos cambios en el ecosistema de la Laguna de Rocha. El régimen de inundación es uno de ellos y los efectos sobre la población del *J. acutus* fueron observados e interpretados de diversas maneras. Para comprender mejor estas relaciones, es importante tener en cuenta que en la Laguna de Rocha, unos pocos cm de aumento del nivel del agua pueden inundar grandes extensiones, debido a la poca pendiente de la planicie, según lo observado por los ganaderos, lo cual coincide con Conde et al., (2015). Para los pescadores, ganaderos y el guardaparque el *J. acutus* es favorecido, a mayor frecuencia, duración y altitud de inundación de la laguna, a diferencia de lo dicho por el Biólogo, que piensa lo opuesto. La mayoría los actores locales, relacionaron estos efectos hídricos, enfocándose a diferentes estadios del ciclo de vida de la especie. De modo que no hay una explicación cabal para esto. Se deberían abordar estrategias combinadas de observación y experimentación de campo y laboratorio, en su investigación.

Según los ganaderos y el guardaparque, cambios en la presión de pastoreo, fueron factores incidentes en pro de la expansión del *J. acutus*. Un aspecto de esto, tiene que ver con la selectividad del ganado, que beneficiaría al *J. acutus* por no ser palatable, haciendo de ésta especie un mejor competidor en la comunidad vegetal. Lo cual es común que ocurra con la vegetación que es poco o no palatable en zonas de pastoreo de ganado (Paruelo et al., 2004). Además, para uno de los ganaderos, el pastoreo mixto que antes se realizaba con ovejas y vacunos, podría haber sido un tipo de control sobre los brotes de *J. acutus*, debido a la preferencia del ovino por la vegetación de baja talla. El ovino puede adaptarse bien a una dieta de poca altura de la vegetación, mientras que el ganado vacuno

una de mayor talla comparativamente (Wright et al., (1989) y Osoro et al., (2000) en Calvo, 2008). Como el ganado puede consumir *J. acutus* cuando la planta es tierna (Parsons y Cuthbertson, 2001), o sea, hasta el periodo de planta juvenil, posiblemente la disminución de este tipo de pastoreo en la planicie, haya favorecido la sobrevivencia de esta especie.

En cuanto a los efectos de la quema y su relación con la expansión del *J. acutus*, el biólogo y el guardaparque piensan que la suspensión de la quema habría beneficiado la expansión, sin embargo, los pescadores piensan que la quema produjo el efecto opuesto, lo cual concuerda con la revisión bibliográfica.

Otro factor de expansión del *J. acutus*, se debe a la presencia del Jabalí, que es una especie invasora en Uruguay (Gonzalez y Lanfranco, 2001) y que habita en esta AP (Comité Nacional de Especies Exóticas Invasoras, 2012), desde los años 1995-2000 según los entrevistados. Para los ganaderos la osada del Jabalí rompe la estructura del suelo, remueve el banco de semillas y deja el suelo descubierto de vegetación, produciendo condiciones favorables de germinación, donde el *J. acutus* suele ser la especie más emergente. Lo cual es muy plausible teniendo en cuenta el impacto que este puede provocar en la comunidad vegetal (Barrios-García, et al. 2012 y Ballari et al., 2014). Estas cuestiones y percepciones del los entrevistados, en cuanto a las causas de la expansión del *J. acutus*, se analizan con más profundidad en discusión final.

5.2.6- Sugerencias de los actores locales para el manejo de la especie

El manejo intencional del *J. acutus* en la Laguna de Rocha es históricamente reciente y se habría iniciado en los últimos quince años aprox., como respuesta a su expansión y los efectos negativos percibidos. Los entrevistados concuerdan que deben tomarse medidas de control sobre esta especie pero por el momento no hay una propuesta consensuada, de cual manejo emplear. Consultados sobre cual medida de control del *J. acutus* emplearían, respondieron con diversas propuestas, en su mayoría a modo experimental: 1) quema puntual controlada en determinado período del año; 2) cortar el *J. acutus* con una máquina rotativa y posteriormente presionar el pastoreo en esos sitios con ganado mixto; 3) un manejo de la barra de modo que permita inundaciones grandes de mayor período y 4) erradicar o disminuir la población del Jabalí.

Según los entrevistados, los únicos controles exitosos experimentados sobre el *J. acutus* en Laguna de Rocha, han sido el uso de herbicidas y la remoción manual a pequeña escala. Pero para que este tipo de control tenga efecto a nivel de toda la laguna requiere una aplicación de gran escala, lo cual produciría impactos negativos sobre el ambiente seguramente. En consecuencia, mencionaron la

contaminación química y el impacto de la maquinaria a utilizar, debido a que esta rompería la estructura del suelo, lo cual es considerado para esas zonas, como un promotor de germinación del *J. acutus*, según uno de los productores, poniendo en duda la efectividad de esta medida. Tanto la remoción mecánica como los herbicidas químicos, han sido indicados como controles efectivos sobre ésta especie, pero sin evaluar los impactos ambientales (Paul et al., 2006 y Parsons y Cuthbertson, 2001).

Otro método utilizado con el fin de controlar a *J. acutus* en la Laguna de Rocha fue la quema. Esta se empleó sistemáticamente durante algunos años, en uno de los establecimientos pero fue suspendida, en acuerdo con los administradores del AP, debido a su impacto ambiental. Además también está en duda su efectividad, debido a que destruye parcialmente a la planta, de manera que ésta rebrota y además la quema promueve la germinación del *J. acutus*, según los pescadores. Este comportamiento del *J. acutus* frente a la quema también ha sido sugerido en otros lugares de la región y del mundo (Dixon, 2006 e Isacch et al., 2004).

5.3- Cambios en el clima y la hidrología que pueden afectar la expansión del *J. acutus*

Se analizan y discuten los cambios en variables ambientales relevantes para la expansión de *J. acutus* como temperatura del aire, precipitación, nivel del agua de la laguna y dinámica de apertura de la barra en los últimos 50 años. Algunos de los cambios observados son producto del manejo del AP, mientras que otros están vinculados a cambios a nivel global o regional, pero que pueden tener efectos importantes en la especie analizada.

5.3.1- Cambios en el régimen de temperaturas

La temperatura media mensual del promedio diario del aire aumentó en la zona de la Laguna de Rocha en el período 1961 y 2013, con un asenso total casi ininterrumpido de 0.7 C°. A partir de 1990 aprox. se registró un aumento en la media anual de la temperatura, que superó a la media histórica la mayor parte del tiempo. Y en los años 2000 y 2009 aprox. ocurrieron los máximos valores anuales para todo el período. Estas observaciones coinciden con la realizadas por la facultad de ciencias para la misma localidad (Fernández, 2011). Y también con la tendencia del asenso percibida por los pescadores, en las últimas décadas.

Estos resultados son consistentes con las tendencias observadas a escala global y regional. A nivel mundial los últimos años de la década del 90 y los primeros años del siglo XXI, fueron los años más calurosos a nivel global, desde que

comenzaron a registrarse esos datos (IPCC, 2013). Los extremos del rango de temperatura (máximos y mínimos) también mostraron cambios, lo cual es muy importante, teniendo en cuenta los efectos que puede generar en la fenología vegetal. En Uruguay y la región disminuyó la temperatura máx. media del aire en verano y se incrementó la temperatura media mínima durante todo el año, en el período 1931-2000. Además se suavizó el régimen de heladas para el período 1931-2000, hay menos cantidad de días con heladas y sus temperaturas medias son más altas, mientras que la temperatura media mínima aumentó a lo largo de todo el año (Giménez et al. 2008). Según el análisis de lo percibido por uno de los pescadores entrevistados, hay coincidencias con el suavizado y acortamiento del régimen de heladas, pero no con la disminución de las temperaturas máximas durante el verano, analizadas por Giménez et al. (2008). Sería importante analizar este mismo aspecto, con los registros de temperatura diaria en la Laguna de Rocha.

Estos cambios en la temperatura tienen efectos ecológicos muy importantes para la vegetación. Por ejemplo, el adelantamiento fenológico primaveral, asociado al acortamiento de días fríos, que puede desencadenar respuestas en las especies, con consecuencias a nivel de comunidades. Como fue observado en el hemisferio norte durante el período 1956-1996 (Alvarado et al., 2002). Cambios en el régimen de temperatura de este tipo en la Laguna de Rocha, podrían afectar la floración y germinación del *J. acutus* y ofrecerle ventajas en relación al resto de la comunidad vegetal de la planicie de inundación.

5.3.2 Cambios en el régimen de precipitaciones

La precipitación anual aumentó progresivamente en relación al valor de la media histórica entre 1946-2013 y se observó un aumento de 267 mm entre la media de los períodos endecadales, entre 1961-2004. Este incremento equivale aproximadamente, a lo que llovería en un mes y medio, en comparación con los promedios de las primeras series. A partir del año 1980 aprox. se registró un aumento en la media anual de precipitaciones, que se sostuvo hasta aprox. el año 1987. Ese año fue el más lluvioso, o sea donde la media anual fue máxima durante el período histórico de precipitaciones. Posteriormente entre el año 1997-2007 ocurrió otro período de precipitaciones elevadas que se sostuvo por encima de la media histórica. Un estudio exhaustivo realizado por Fernández (2011) para la misma estación meteorológica constató cambios similares, indicando un aumento gradual en la precipitación entre 1961-2010; y entre 1998-2009 un incremento de eventos extremos positivos y de las precipitaciones durante la estación de otoño.

En comparación con la región subtropical (Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay), varios estudios realizadas entre los períodos: 1900-2000 (Krepper et al., 2003), 1921-1990 (IPCC 2001) y 1931-2000 (Giménez et al., 2008), indican un aumento de largo plazo en las precipitaciones para la región, que comienza alrededor del año 1960 y va hasta el año 2000 (fin de ese período analizado). Por lo tanto podemos ver que el cambio en las precipitaciones encontradas para la estación meteorológica de Rocha (a 15 km de la Laguna de Rocha) es consistente con las tendencias regionales. Con la particularidad, que según Giménez (et al. 2008) en Uruguay y la región aumentaron las precipitaciones principalmente en primavera y verano (período 1931-2000), mientras que en Rocha, según Fernández (2011) esto habría ocurrido durante el otoño (período 1946-2010). Sin embargo, coinciden en que hubo un cambio estacional de las precipitaciones y que aumentaron por fuera del invierno, que es la estación más lluviosa para esta región.

Los cambios en el régimen de precipitaciones pueden producir alteraciones importantes en los ecosistemas terrestres, en los ciclos de nutrientes, crecimiento de las plantas y en dinámicas poblaciones y de comunidades vegetales (Weltzi et al., 2003). En este tipo de ecosistema los efectos sobre la vegetación pueden ocurrir indirectamente, ya que el régimen de precipitaciones puede alterar el nivel de las lagunas o cambiar el régimen de salinidad (Canepuccia et al., 2008). Por lo tanto los cambios en el régimen de precipitaciones, como el aumento de las precipitaciones, eventos extremos y los cambios estacionales ocurridos, pueden llegar a afectar de manera importante al hábitat del *J. acutus* y en consecuencia a su población.

5.3.3 Cambios en el régimen hidrológico

Según el análisis de datos, la media móvil bianual del promedio diario y de la serie endecadales el nivel del agua de la Laguna de Rocha aumentó durante el período 1956-2004, y el nivel medio histórico fue superado en la primera mitad de la década del 80, aumentando 0.2 m. Esta tendencia del aumento del nivel de la laguna, fue percibida también por los pescadores y coincide con lo observado por la Facultad de Ingeniería (Chreties, Ch. 2014. no publicado).

Además en las primeras décadas del período de estudio había una estacionalidad del régimen hídrico más marcada, con niveles de la laguna bien distintos entre invierno y las demás estaciones del año, siendo que en invierno la media del nivel de la laguna era muy superior al de las demás estaciones. Esto cambió de manera drástica a partir de mediados de la década del 80, donde la estacionalidad del nivel del agua se volvió más difusa, incluso el nivel intermensual. Esto último coincide con lo percibido por el pescador más veterano. A la vez aumentó el nivel medio de la laguna y la cantidad de días que el nivel permaneció en determinadas cotas. Por ejemplo, la laguna redujo el tiempo que está en cotas menores a 0.0 m,

de 32% a 4% de los días del año y aumentó levemente el tiempo que está a más de 0.87m, pasando de 7% a 12% del año, durante el período 1961-2004.

Estos cambios, seguramente tuvieron un impacto importante sobre la planicie de inundación de esta laguna. Ya que según Conde et al., (2015) y Teixeira et al., (2013), pequeños cambios del nivel del agua en la Laguna de Rocha, pueden generar grandes cambios en el área inundada, debido a la poca pendiente de la planicie. Por ejemplo, el aumento de 0.15 a 0.60 m de subida del nivel de la laguna puede equivaler a 400 a 1000 m de avance del agua en zonas muy planas. Esto también coincide de modo aprox. con lo percibido por algunos de los ganaderos. En resumen a partir de la década del 80, en la Laguna de Rocha habría aumentado la superficie inundada, como producto del aumento del nivel del agua. El régimen actual es menos variable a lo largo de un año, y a pesar que alcanza niveles más elevados, la duración de las inundaciones son más corta. El régimen de inundación de las marismas o estuarios, es uno de los principales factores que incide directa o indirectamente en la zonificación de la vegetación (Isacch et al., 2006 y Canepuccia et al., 2008). Por lo tanto estos cambios son de suma importancia considerando los efectos que pueden tener en la ecología de la vegetación de la planicie inundable, precisamente donde habita el *J. acutus*.

5.3.4 Cambios en la dinámica de la barra

Según el análisis de las entrevistas y Conde et al. (2015), la geomorfología de la franja costera de la Laguna de Rocha ha estado evolucionado y siendo intervenida progresivamente desde comienzos de la década del 40. Pero recién a finales del 80 comienza una intervención fuerte y sistemática, que fueron las aperturas de la barra mediante maquinaria. Según estos autores esto produjo cambios en la dinámica de la barra como la modificación del sitio de las aperturas y colmatación de los canales. A consecuencia de esto, el nivel de la laguna requerido para que ésta se abra naturalmente es más elevado que en décadas anteriores, lo cual significa una afectación del régimen hídrico. Esto pudo modificar también el régimen de salinidad de la laguna, pero no hay registros suficientes de salinidad para poder evaluar este aspecto. Conjuntamente algunos pescadores, también adjudican un cambio importante del sitio de aperturas de la barra que persistió a lo largo de los años, causado por un evento climático extremo. Es importante tener en cuenta que la dinámica de la barra es compleja y que influyen varios factores, por ejemplo el régimen de precipitaciones, nivel del mar y su energía disipada (Conde et al 2003., 2015), lo cuales han aumentado a lo largo del las últimas décadas, en la localidad (Fernández, 2011 y Nagy et al., 2014). Las aperturas de la barra en lagunas costeras, pueden afectar a la comunidad vegetal de las marismas o planicie de inundación, generando cambios importantes en la sucesión vegetal, expansión o invasión de otras especies (Dos Santos et al., 2006;

Johnson y Partridge, 1998; Lundholm y Larson, 2004 y Vromans y Elizabeth, 2011). Por lo tanto los cambios en la dinámica de la barra de las últimas décadas, indirectamente pudieron haber afectado la vegetación de la planicie inundable, entre ella al *J. acutus*. Lo cual seguramente no ocurrió únicamente por la intervención humana sobre la barra.

5.3.6- Algunas características del hábitat del *J. acutus* en Laguna de Rocha

La superposición de imágenes mediante SIG del tipo de vegetación, tipo de suelo, frecuencia de inundación y altimetría, mostró una relación clara entre estas variables y el tipo de vegetación predominante. Esto es muy útil para caracterizar e identificar las preferencias ambientales de *J. acutus* en la Laguna de Rocha. Hay una relación, entre los suelos CONEAT y el tipo de vegetación, que coincide con lo indicado por uno de los entrevistados (Biólogo). Donde el suelo 3.10, que está más próximo al cuerpo de agua, se corresponde con plantas emergentes, donde predomina la especie spartina. Mientras que el 3.12 coincide con la zona de pastizal salino, donde crece el *J. acutus* (CONEAT, 1970 y Nin et al., 2012 sin publicar). Además el *J. acutus* crece muy próximo al límite entre estos tipos de suelos, y puede llegar en algunas zonas, hasta una franja de algunos cientos de metros hacia la zona terrestre, sobre éste tipo de suelo, según lo analizado. Sin embargo, en muchos el tipo de suelo 3.10, que sería el límite inferior, no está presente en las márgenes de la laguna, por lo tanto no puede aplicarse este criterio para todos los casos. Además, el *J. acutus* tampoco crece en todas las zonas del 3.12 de la planicie inundable, esto también coincide con lo dicho por el biólogo. Probablemente la heterogeneidad del ambiente que hay en el suelo 3.12, que llega hasta la zona del albardón de la planicie inundable, sea la explicación de esto.

La zona donde actualmente predomina el *J. acutus*, está dentro de la cota de la planicie, que según Teixeira (Teixeira et. al. 2013) es más “sensible” a ser inundada debido a pequeñas variaciones del nivel de la laguna, principalmente las del límite inferior. El aumento del nivel del agua de la laguna, precisamente ocurrió dentro de ésta cota “más sensible” a la inundación. Por lo tanto, es de esperar que haya mayor repercusión sobre la vegetación de esta zona, que es donde crece el *J. acutus* que en la restante vegetación en zonas más altas de la planicie, donde estos cambios tuvieron menor impacto.

5.3.6 Integración de los principales cambios y características actuales del ecosistema, posiblemente vinculadas a la expansión del *J. acutus*

En base a los factores analizados, se identificó una serie de cambios importantes en este ecosistema en los últimos 50 años, probables de haber favorecido la expansión del *J. acutus*. Es interesante que a partir del inicio de la década del 80,

los promedios de precipitaciones y nivel del agua de la laguna, superaran por vez primera a los promedios históricos considerados. Lo mismo ocurrió para la temperatura del aire, pero a partir del inicio de la década del 90. Además la estacionalidad de los regímenes de estas tres variables, tuvieron modificaciones leves, pero que pueden ser importantes en cuanto a sus efectos ecológicos. La salinidad probablemente fue afectada también pero no contamos con datos suficientes. Al parecer el aumento de las precipitaciones tuvo un efecto importante sobre el régimen de inundación, ya que durante el 1980-2004, hubo una clara relación entre precipitaciones y nivel de la laguna, no observada tan claramente en décadas anteriores (ver figuras 3.3 y 3.5). Además según (Conde et al., 2015), el incremento de las aperturas artificiales de la barra a finales de la década del 80, provocó que la barra necesitara alcanzar un nivel más elevado del nivel del agua para poder abrirse, lo cual también implicó una alteración del régimen hídrico. Seguramente esto debió haber hecho que el régimen de inundaciones fuera más “sensible” aún, al incremento de las precipitaciones. Estos cambios coinciden con el período de expansión de *J. acutus*, que se habría iniciado a partir de 1998-2000. El aumento del régimen de inundación y precipitaciones pudo haber favorecido una mayor dispersión de las semillas y la colonización de nuevas zonas de la planicie. Asimismo, es posible que el cambio en el patrón temporal de la temperatura haya promovido que la especie tenga un período más largo de floración y, de esta manera, una mayor producción de semillas, como ha ocurrido en otras especies en otras regiones a consecuencia del cambio climático. Es posible entonces que la vegetación del ecotono entre la zona del cuerpo de agua y la terrestre, sea la más sensible a los cambios que se generaron, principalmente a la modificación del régimen hídrico.

Progresivamente en las últimas tres décadas se generaron primaveras, veranos y otoños con más precipitaciones y aporte de “agua dulce” de la cuenca. Tanto las precipitaciones como el aporte hídrico de la cuenca pueden disminuir al menos temporalmente la salinidad del suelo mediante lavado superficial de sales (García, 1998) y esto es muy favorable para la germinación del *J. acutus*. Porque ésta especie tiene la ventaja de mantener semillas en latencia aun en altos tenores salinos y su mayor rendimiento de germinación ocurre en ausencia de sal. Por lo tanto, basta que el medio en donde están las semillas cambie de un estado salino a salobre, para que aumenten las probabilidades de germinación, lo cual seguramente pasó a ser más frecuente en las tres últimas décadas. En cuanto a los cambios en la temperatura del aire, hay una mayor cantidad de días durante el año con temperaturas dentro del rango favorable a su germinación, que es entre 10 C° y 30°C (Martinez-Sanchez et al., 2006). Estos son principalmente el acortamiento de días con las heladas y la disminución de los valores máximos durante el verano. Otro aspecto a considerar es que el aumento del régimen de

inundación sobre una superficie de muy poca pendiente como es la planicie inundable, significa un incremento de la superficie húmeda sobre el margen de la laguna hacia la zona terrestre, lo cual es favorable para esta especie. Por lo tanto, el ambiente pudo cambiar de este modo hacia un estado más favorable para la germinación del *J. acutus* junto a un aumento del área propensa a ser colonizada, propiciando a su expansión.

Como ésta es una planta pionera (Sauer, 1988. en Luz, 2004) y de alta tolerancia ecológica (Martínez-Sánchez., et al 2006), pudo haber tenido una mejor adaptación que las demás, a los cambios generados. Además, por ser una especie: perenne, voluminosa, “maleza”, no palatable para el ganado, de rápida expansión, y que es difícil de ser desplazada por otras plantas, haber sido percibida como el único cambio importante en la comunidad vegetal de la planicie inundable de la Laguna de Rocha. Profundizar y actualizar el conocimiento de los requerimientos hábitat de esta especie y otras presentes en la planicie de inundación puede ser útil para entender mejor las causas de la expansión observada, o para predecir por ejemplo el avance potencial del *J. acutus* en la planicie de la laguna o de otras especies de interés ecológico.

Según nuestro estudio varios cambios en el ecosistema sumado a las características biológicas y ecológicas de la especie nos hacen pensar que el *J. acutus* en las últimas décadas ha tenido mejores condiciones ambientales para establecerse, de modo que se habría facilitado su expansión en la planicie de inundación de la Laguna de Rocha. Cabe preguntarse, que si las condiciones ambientales se mantienen como en la actualidad ¿cuál será la expansión potencial de *J. acutus* en la Laguna de Rocha? Es posible que aún exista superficie con potencial para su colonización, especialmente en las cotas superiores a la media actual 0.40 m y principalmente si la precipitación mantiene su tendencia al aumento.

5.4- Ecología de la vegetación de la marisma y posibles causas de expansión del *J. acutus*

Está ampliamente estudiado que el régimen de inundación y la concentración salina son los principales factores abióticos que determinan la zonificación vegetal en marismas o humedales salinos (Isacch et al., 2006 y Silvestri et al., 2005), donde se da un gradiente de estos dos factores desde las zonas de inundación o mareales bajas a altas (Cagnioni, 1999 y Pennings et al., 2005). En estos ambientes la topografía y altimetría de las zonas inundables se ve representada indirectamente por el tipo de vegetación (Cagnioni, 1999 e Isacch et al., 2006).

Desde el punto de vista del régimen hídrico, la zonificación de la vegetación de marismas, en las zonas bajas está generalmente determinada por la tolerancia hídrica de las especies a la hipoxia y sumersión (espartinas), mientras que en la zona alta prima la competencia dominada por especies de *Juncus* (Leeuw et al., 1993 en Pennings et al., 2005 y Day et al., 2012). *Juncus acutus* se ajusta a este patrón planteado y habita principalmente la zona alta y media de las marismas, donde puede ser dominante, mientras que su crecimiento hacia la zona baja es limitado por no tolerar suelos de anegamiento permanente (Cagnoni, 1999, Ridaura, 2012; Snogerup, 1993; Lyons, 2006 y Kirschner et al., 2002).

Un estudio de la zonificación vegetal de marismas, de varios países del Sur de América, concluye que los aportes locales de agua dulce (lluvias y cuencas), principalmente en las lagunas costeras de la zona sur atlántica (Uruguay, Sur de Brasil y Argentina), son responsables de generar condiciones de “pantanos salobres”, al menos en fragmentos de estos ecosistemas. Y estas zonas pasan a ser dominados por juncáceas entre ellas *J. acutus* y *Juncus kraussii* (Isacch, et al., 2006). Esto sucede, en parte, porque *J. acutus* tiene “preferencia” por ambientes salobres (Greenwood, 2008 y Lyons, 2006) y que no están permanente anegados, similar para *J. kraussii* (Snogerup, 1993). Teniendo en cuenta esto, es razonable que el aumento de aporte de agua de la cuenca y de las precipitaciones ocurridas, aumenten la superficie de esos ambientes favorables para estas juncáceas en la región. De hecho, ya ha ocurrido y se proyectan para las próximas décadas debido a los efectos del cambio climático e impactos humanos en la región. En ecosistemas similares y geográficamente cercanos a éste, como: Laguna de los Patos (Sur de Brasil), Bahía de Samborombón y Mar Chiquita (Noreste de Argentina), se ha demostrado que la comunidad vegetal, es muy sensible a los cambios del nivel del mar, de precipitaciones, de la geomorfología, variaciones de salinidad y efectos antrópicos (Bonifacio-Costa et al., 2010; Braga, et al 2014; Canepuccia et al., 2008; Marangoni y Costa, 2010; Vilanova y Prieto, 2012 y Volpedo y Fernández-Cirelli, 2007). Es particularmente interesante lo observado en el caso de Laguna de los Patos (Brasil), donde hubo un notorio aumento en la cobertura de estas dos juncáceas en la planicie inundable: *J. kraussii* (a partir de la década del 80) y *J. acutus* (a partir en la primera década del año 2000) (Marangoni y Costa, 2010). Mientras que para la Laguna de Mar Chiquita y la Bahía de Samborombón, se prevé una migración de la biota hacia zonas más altas (tierra adentro), como respuesta al incremento de las precipitaciones en el primer caso y por aumento del nivel del mar en el segundo, donde ocurriría un desplazamiento del *J. acutus* hacia tierras más altas (Canepuccia et al., 2008 y Volpedo y Fernández-Cirelli, 2007). Según Volpedo (2007) el desplazamiento del *J. acutus* afectará negativamente a la producción ganadera en la Bahía de Samborombón. Lo observado en Laguna de Rocha

podría ser parte de este mismo fenómeno, conjuntamente con otros cambios del ambiente. A continuación analizaremos cómo estos cambios ambientales pudieron haber afectado el ciclo de vida del *J. acutus* y contribuir a su expansión.

5.4.1- Distintos estadios de la planta y su relación con las posibles causas expansión

El *J. acutus* florece en primavera y la floración puede coincidir con la fructificación durante el verano (Brooks y Clemants, 2000; Lombardo, 1982 y Picasso y Gonzales, 2015) y no florece hasta alcanzado los dos años (Snogerup, 1993). Se reproduce principalmente por semillas y también gradualmente por rizomas subterráneos (Jones y Richards, 1954 y Brown y Bettink, 2006). Es un buen competidor dentro de la comunidad vegetal, ya que una vez establecido suele desplazar a la restante vegetación (Parsons y Cuthbertson, 2001). Además tiene una gran capacidad de dispersión ya que cada planta puede contener entre 1000 y 4000 semillas, con altas tasas de germinación (Brown y Bettink, 2006 y Jones y Richards, 1954). Estas semillas son fácilmente transportadas por el arrastre del agua (Parsons y Cuthbertson, 2001) y es razonable que en la Laguna de Rocha sean depositadas en la resaca, como describen los entrevistados, que además presenta condiciones propicias para su germinación. Teniendo en cuenta este gran potencial de producción y dispersión de semillas, es muy factible de haberse generado condiciones más favorables de germinación y sobrevivencia sostenidas en los últimos años, ésta especie haya podido tener una expansión rápida y de gran escala en la Laguna de Rocha como explican los entrevistado.

Según Snogerup (1993) las juncáceas pueden generar bancos de semillas en las capas superficiales del suelo, que podrían permanecer latentes por varios años 22-30 años, en condiciones constante de sequedad o alta salinidad. En el caso de *J. acutus*, la bibliografía revisada no especifica el tiempo pero según Brown y Bettink et al, (2006) las semillas de *J. acutus* pueden permanecer latentes varios años en el suelo. Y tolerar tenores elevados de salinidad de hasta 500 mM (Boscaiu et al., 2011), lo cual le confiere una ventaja ecológica importante. Una vez que se dan las condiciones de germinación requeridas de temperatura, salinidad, fotoperiodo y turgencia, la semilla tarda entre 9 y 12 días para culminar el proceso de germinación (Vicente et al., 2007). Puede germinar en la mayoría de las épocas del año (Parsons y Cuthbertson, 2001 y Jones y Richards, 1954) pero principalmente entre primavera y verano según el conocimiento de los pescadores “ [...] *el capi negro germina cuando viene el calor* ”, lo cual es razonable teniendo en cuenta los efectos de la temperatura y fotoperiodo en la bibliografía. La germinación del *J. acutus* es afectada significativamente por la salinidad, y por la interacción entre la temperatura y la luz (Martínez-Sánchez et al., 2006; Vicente et al., 2007 y Boscaiu et al., 2011). Experimentos *ex situ*, demostraron a que el

aumento de la salinidad disminuye el % de germinación, partiendo de un máximo rendimiento en ausencia de sal hasta su inhibición total a partir de 300 Mm Na. La germinación también es inhibida significativamente por la ausencia de luz a temperaturas superiores a 30 °C y cuando la temperatura era de 10 C° (aprox. 30%). En cambio temperaturas de 20 a 30°C y temperaturas alternas de 15:25 y 20:30°C, en fotoperiodo de 12h, produjeron porcentajes de germinación superiores a 90%. Y germina aún en plena oscuridad si la temperatura es inferior a 30 C°, aunque con un mayor retraso y % de germinación, que en presencia de luz (Martínez-Sánchez et al., 2006). Estos datos nos permiten tener pautas de las sensibles y complejas respuesta que puede producir en la germinación del *J. acutus*, los cambios ocurridos en el ecosistema de la laguna de Rocha que pueden explicar su expansión.

5.5- Sugerencias para el manejo

Según lo que se desprende de las entrevistas, el manejo intencional de *J. acutus* en la Laguna de Rocha es históricamente reciente y se habría iniciado en los últimos quince años aproximadamente como respuesta a su expansión. Varios de los entrevistados proponen que deben emplearse medidas de control sobre esta especie ya que afecta negativamente diversas prácticas productivas en la Laguna de Rocha, pero por el momento no hay una propuesta consensuada. A continuación, analizamos las medidas de control del *J. acutus* propuestas:

1) *La quema puntual, controlada en determinados periodos del año.* Desde el punto de vista de su efectividad, según los pescadores y un ganadero y experiencias en Argentina y Australia (Isacch, et al 2006 y Dixon, 2006), es poco efectiva por si sola, ya que su efecto útil es de corto plazo. Según las entrevistas, la mayoría de las plantas de esta especie no mueren y tienen una rápida recuperación ya que son perennes y rizomatosas, y al cabo de dos años aprox. recuperan la altura de planta adulta (Isacch et., al 2006). Pero además, dado que es una especie colonizadora y pionera en este tipo de ambiente (Martinez-Sanchez et al., 2006 y Canepuccia et al., 2008) y con un gran potencial de generación de semillas (Snogerup, 1993), la perturbación ambiental de la quema puede facilitar la germinación del *J. acutus* (Brown y Bettink, 2006 y Dixon, 2006). Y que al cabo de dos años aprox. la población aumenta en gran proporción, según los entrevistados. Desde el punto de vista del impacto ecológico y sobre la biodiversidad, considerando que es un área de gran importancia para la conservación, seguramente este tipo de manejo produzca consecuencias negativas. Pese a que la quema puede generar un aumento de la diversidad vegetal en los pastizales (Paruelo et al., 2004) o generar una composición vegetal de bajo porte que beneficie, por ejemplo, a determinadas especies de aves, también puede generar el riesgo de la desaparición de plantas raras o el aumento

de otras especies pioneras (Isacch et. al 2006). Además, podría tener un impacto negativo sobre la fauna, principalmente sobre invertebrados. De todos modos se debería evaluar con mayor profundidad el impacto y el beneficio que produciría al ecosistema, a corto, mediano y largo plazo, de manera que se justifique su posible implementación. Por tal motivo, en estas circunstancias la quema como medio de control no es aconsejable.

2) *Control con herbicidas químicos.* El control químico de *J. acutus* (herbicida glyphosate) es efectivo pero costoso y genera una abundante biomasa seca, lo cual puede impedir el crecimiento de otras plantas o ser un riesgo de incendios (Brown y Bettink, 2006, Paul y Young, 2006 y Dixon, 2006). Según Paul (2007) el control químico de *J. acutus* debe ser utilizado como último recurso y aconseja métodos mecánicos prioritariamente, lo cuales también son eficaces y menos agresivos para el ambiente. Además, no es aconsejable utilizarlo sin antes evaluar el impacto ambiental, ya que puede dañar a otras especies de plantas, animales o microorganismos (do Carmo et al., 2008; Lushchak et al., 2009, Vera et al., 2010 y Magdalena, 2007), considerando que esta es un área de valor para la conservación de la biodiversidad donde el humedal litoral es un objeto focal de conservación.

3) *El manejo de la barra de modo que permita inundaciones grandes y de mayor duración.* Este tipo de manejo es sin duda el más complejo de analizar o predecir sus efectos. Sin embargo, si generase el efecto de control, sería el más eficaz dada la escala del impacto, ya que afecta a toda la planicie inundable. Según observaciones en Australia (Paul y Young, 2006) algunas plantas de *J. acutus* adulto murieron a lo largo de los bordes inferiores de las zonas de agua embalsada (estanques), donde el agua se retiene por períodos más largos. Por lo tanto, si esto fuera así, sería esperable que afectara en mayor medida a las plántulas y plantas juveniles de *J. acutus*. Sin embargo, es importante considerar que el ecosistema Laguna de Rocha ha cambiado en relación a las décadas anteriores de la expansión del *J. acutus*, donde tanto la dinámica de la barra, el régimen de lluvias, la temperatura y el nivel del mar han cambiado, y es probable que el sistema no regrese a un estado similar al anterior del 80, aún si se suspendieran totalmente las aperturas artificiales. A esto se suma que actualmente hay un banco de semillas importante de *J. acutus* disponible, que seguramente ha aumentado enormemente en comparación con años previos a la expansión, lo que genera mayor capacidad de adaptación ambiental por esta especie. Este método de control, requiere más investigación pero podría ser una solución aunque deja un gran margen de incertidumbre, además deben ser evaluado sus efectos sobre otros aspectos del ambiente como el social, económico y ecosistémicos.

4) *Erradicar o disminuir la población del Jabalí*. Si se suprimiera el efecto del Jabalí en la planicie de inundación se estaría controlando uno de los factores que potencialmente promueven la expansión de *J. acutus*. Además, el Jabalí es una especie exótica que genera impactos negativos para la biodiversidad en general, promoviendo por ejemplo la invasión de otras especies de plantas invasoras (Ballari et al., 2014 y Barrios-García et al., 2012). Por lo tanto, es recomendable controlar al Jabalí como una medida preventiva para la expansión de *J. acutus*, aunque probablemente no sea uno de los factores más determinantes de su expansión. En este sentido, el control del Jabalí, contribuiría a una disminución en la expansión de *J. acutus*, aunque se trata de una medida que debe estar acompañada conjuntamente con otras.

5) *Cortar el Junco con una maquina cortadora rotativa y posteriormente aumentar la presión del pastoreo en esos sitios con ganado mixto*. El control mecánico de esta especie, con diferentes tipos de maquinaria agrícola, suele ser el más práctico y efectivo punto de partida del programa de control (Parsons y Cuthbertson, 2001 y Paul y Young, 2006). Aunque cortar la planta solamente tiene efecto de corto plazo, ya que al cabo de seis meses ésta aumenta aprox. 30 cm, según experimentos en Australia (Paul y Young, 2006), si el corte se sucede de un intenso pastoreo mixto, probablemente produzca mejores resultados, ya que serían de mayor plazo y tal vez eliminen progresivamente a las plantas juveniles y reduzca la generación de semillas. Este método también debe ser evaluado según su impacto sobre el ecosistema, pero probablemente sea menos agresivo para el ambiente que la quema y el uso de herbicidas. Por lo tanto, sería un tipo de control recomendable, aunque debe ser investigado para una adecuada implementación.

5.6- Otras consideraciones

Es recomendable desarrollar un sistema de manejo integrado, como los sugeridos para el control de plantas invasoras (Higgins et al., 2000 y Hobbs y Humphries, 1995), e implementar un calendario anual de manejo, basado en la fenología de *J. acutus*, específico para Laguna de Rocha. Para determinar los métodos y momentos de acción más idóneos que deben ser de bajo impacto ambiental, bajo costo económico y alta efectividad, de modo que sea amigable con los objetivos del AP.

Para esto también es necesario investigar los servicios ecosistémicos que ofrece *J. acutus*, tanto para la salud del ecosistema como para el uso humano, dado que esto podría cambiar el calificativo de “maleza”. Por ejemplo, recientemente se ha descubierto que *J. acutus* puede ser utilizado mezclado con maíz como ración para el ganado, ya que tiene la propiedad de beneficiar ciertas bacterias del rumen

vacuno, necesarias para la digestión (Erdem et al., 2015; Erdem y Cetinkaya, 2016; y Cetinkaya y Erdem, 2015), de modo que esto podría resultar beneficioso para los productores ganaderos. También se utiliza la fibra para atar en diferentes procesos de la agricultura o para la comercialización de los productos, por ejemplo atados de verduras o tutores en las plantaciones. En otras regiones del mundo se lo utiliza por sus propiedades medicinales (Daoudi, et al., 2008), así como materia prima para la producción de papel (Zaharam et al., 1993 y El-Sayed, 2004). En cuanto a la funcionalidad del ecosistema, tiene la capacidad de depurar el agua (Zaimoglu, 2006) y podría prevenir o atenuar la erosión del suelo sobre las márgenes de la planicie, como ha sido indicado para este tipo de vegetación de las marismas (Marangoni y Costa, 2010 e Isacch et al., 2010), aspecto muy relevante en la costa de esta laguna. También es refugio para algunas especies de animales, mamíferos y artrópodos como insectos o crustáceos como el cangrejo *Neohelice granulata*. Por lo tanto, previo a un manejo de esta especie que esté orientado a combatir su expansión y promover su disminución, es importante evaluar un conjunto de criterios, afines con los objetivos del AP.

Otras líneas de investigación que consideramos útiles previo al manejo pueden ser por ejemplo: 1) un monitoreo continuo en algunos sitios de la planicie, al menos una vez al año, donde se pueden diseñar cuadrantes mediante una serie de estacas y observar si hay o no cambios en la cobertura de esta especie; 2) evaluar el crecimiento de esta especie en sitios donde hubo hozadas de Jabalí y también hacer simulaciones experimentales; 3) Evaluar si el aumento de la cobertura de *J. acutus* afectó la superficie de alimentación del Chorlito canela y de ser así cuánto. Además, evaluar si el Chorlito Canela (*T. subruficollis*) se desplazó a sitios más altos de la planicie y 4) estudiar los efectos de la salinidad en el crecimiento de la especie.

BIBLIOGRAFIA

Alvarado, A.L., Foroughbakhch, R y Rocha A. (2002). El Cambio climático y la fenología de las plantas. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. CIENCIA UANL. Vol 5, No 4, Octubre Diciembre. 2002.

Azuz-Adeath, E. y Rivera-Arriaga. (2009). "Descripción de la dinámica poblacional en la zona costera mexicana durante el periodo 2000-2005". Centro de Enseñanza Técnica y Superior. Universidad Autónoma de Campeche. México.

Balée, W. (1994). Footprints of the Forest: Ka'apor Ethnobotany the Historical Ecology of Plant Utilization by an Amazonian People. New York: Columbia University Press.

Barrios-Garcia, M. Noelia; Ballar, Sebastian A. (2012). Impact of wild boar (*Sus scrofa*) in its introduced and native range: a review. Biological Invasions, vol. 14, no 11, p. 2283-2300.

Ballari, Sebastián A.; Barrios-García, M. Noelia. (2014). A review of wild boar *Sus scrofa* diet and factors affecting food selection in native and introduced ranges. Mammal Review, vol. 44, no 2, pp. 124-134.

Braga, F., Carol, E., Tosi, L., y Kruse, E. (2014). Ecohidrología de un humedal intermareal antropizado: un estudio de caso en la Bahía de Samborombón (Argentina). In *II° Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras*. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina, ISBN 978-987-692-039-1.

Brooks R.E y Clemants S.E; (2000). *Juncaceae*. Flora of North America: North America North of Mexico. Ed:Flora of North America Editorial Committee. New York Oxford. Vol 22, pp. 352.

Brown, K. y Bettink, K. (2006). "Biology of Sharp Rush * *Juncus Acutus*". Van london. Manangin Sharp Rush *Juncus acutus*. Australia. pp. 38-42.

Bonifacio- Costa, C. S y Marangoni, J. C. (2010). "As comunidades das Marismas". Seeliger, y Odedrecht, C. O estuario da lagoa dos Patos: Um século de Transformacoes. FURG. Brasil. Pp 125-136.

Bonilla, S., Conde, D., Aubriot, L., Rodríguez-Gallego L., Piccin C., Meerchoff E., Rodríguez-Graña L., Calliari D., Gómez P., Machado I y Britos A. (2006). "Procesos estructuradores de las comunidades biológicas en lagunas costeras de Uruguay". En: Bases para la Conservación y Manejo de la Costa Uruguay. pp. 611-630. Vida Silvestre. Uruguay.

Boscaiu, M., Ballesteros, G., Naranjo, M. A., Vicente, O., Boira, H. (2011). Responses to salt stress in *Juncus acutus* and *J. maritimus* during seed germination and vegetative plant growth. *Plant Biosystems*. Volume: 145, Issue: 4, pp: 770-777.

Cagnoni, M. (1999). "Espartillares de la costa bonarense de la República Argentina. Un caso de humedales costeros". *Temas sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica*. Universidad de Buenos Aires. UNESCO. pp. 55-72.

Calvo, R. B. (2008). *Knowledge and experiences for the development of sustainable silvopastoral systems in heathlands in Asturias*. Univ Santiago de Compostela.

Canepuccia A.D, Farias A.A, Escalante A.H, Iribarne O.O, Novaro A, Isacch J.P. (2008). Differential responses of marsh predators to rainfall-induced habitat loss and subsequent variations in prey availability. *Can. J. Zool.* 86:407-418.

Cetinkaya, N., y Erdem, F. (2015). Effects of Different *Juncus acutus*: Maize Silage Ratios on Digestibility and Rumen Cellulolytic Bacteria. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 21(4), 499-505.

Comité Nacional de Especies Exóticas Invasoras. (2012). Comité editor: Aber, A., Ferrari, G, Porcile, J.F, Rodríguez, E. y Zerbino, S. DINAMA-MVOTMA-UNESCO. Uruguay.

CONEAT. 1979. Grupos de Suelos. Indices de Productividad. Montevideo, Comisión Nacional de Estudio Agroeconómico de la Tierra (CONEAT). Ministerio de Agricultura y Pesca. Montevideo 167 pp.

Conde, D., Rodríguez-Gallego, L., y Rodríguez-Graña, L. (2003). "Análisis conceptual de las interacciones abióticas y biológicas entre el océano y las lagunas de la costa atlántica de Uruguay. Informe final". Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Instituto de Biología, Departamento de Ecología, Sección Limnología. Montevideo, Uruguay.

Conde, D., Vitancurt, J., Rodríguez-Gallego, L., de Álava, D., Verrastro, N., Chreties, C., Solari, C., Teixeira, L., Lagos, X., Piñeiro, G., Seijo, L., Caymaris, H y D. Panario, (2015). Solutions for Sustainable Coastal Lagoon Management: From Conflict to the Implementation of a Consensual Decision Tree for Artificial Opening. *Coastal Zones: Solutions for the 21st Century*, 217.

do Carmo Langiano, V., y Martinez, C. B. (2008). Toxicity and effects of a glyphosate-based herbicide on the Neotropical fish *Prochilodus lineatus*.

Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, 147(2), 222-231.

Daoudi, A., Benboubker, H., Bousta, D., y Aarab, L. (2008). Screening of fourteen, Moroccan medicinal plants for immunomodulating activities. *Moroccan J Biol*, 7(4-5), 24-30.

Day Jr. J.W , Ibañes C, Mendelssohn I.A, Morris y JT. 2012. "Chapter Six: Coastal Marshes". *Estuarine Ecology*, 2nd Edition. Editor: Day Jr., J.W., Crump B.C , Kemp W.M., y Arancibia A.Y. pág. 129-164. Wiley-Blackwell. New Jersey.

Decreto N° 96/004. 2004. SANIDAD ANIMAL. INCLUSION DE PLAGA NACIONAL. Normativa y Avisos Legales del Uruguay. Registro Nacional de Leyes y Decretos: Tomo: 1, Semestre: 1, Año: 2004, Página: 549. Recuperado de <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/96-2004>.

Delfino, M y Masciadri, S. (2005). Relevamiento florístico en al Cabo Polonio, Rocha, Uruguay. *IHERINGIA, Sér. Bot.*, Porto Alegre, v. 60, n. 2, p. 119-128., 2005.

DINAMA. 2010. "Proyecto de ingreso del área Laguna de Rocha al Sistema Nacional de Áreas Protegidas". SNAP. Montevideo, Uruguay.

Dixon, B.(2006). Control of Sharp Rush,* *Juncus acutus*. Manangin Shurp Rush (* *Juncus acutus*). pag 43-45., Vanda Logman. Australia.

Dos Santos, A. M., Amado, A. M., Minello, M., Farjalla, V. F., y Esteves, F. A. (2006). Effects of the sand bar breaching on *Typha domingensis* (PERS.) in a tropical coastal lagoon. *Hydrobiologia*, 556(1), 61-68.

El-Sayed, E. S. (2004). Evaluation of Samaar morr (*Juncus acutus*) plant as raw material for paper making. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 63(2), 163-171.

Erdem, F., Cetinkaya, N., Nisbet, C., y Altin, E. (2015). Estimation of organic matter digestibility, metabolizable energy, phenolic compounds and antioxidant activity of stems and seeds of the *Juncus acutus* plant in ruminant nutrition. *South African Journal of Animal Science*, 45(5), 502-509.

Erdem, F., y Cetinkaya, N. (2016). Digestibility of *Juncus acutus* and its effects on ruminal cellulolytic bacteria. *Italian Journal of Animal Science*, 15 (1), 69–75

Fagundez, C. y Lezema, F. (2005). Distribución Espacial de la vegetación costera del Litoral Platense y Atlántico Uruguayo. Informe Freplata. Sección Ecología. Facultad de Ciencias- UdelaR. Montevideo-Uruguay. 2005.

Fernández, G (2011). Evolución del Arroyo Valizas: Periodo 1943.2006. Laguna de Catillos- Rocha- Uruguay. (Tesis de Maestría). Facultad de Ciencias. Universidad de la República. Uruguay.

Garcia, C.A.E.(1998). "Características Hidrográficas" . Seeliger, U., Odebrecht, C. y Castello, J.P. (Eds.) Os Ecosistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil. Editado por Seeliger, U., Odebrecht, C., Castello, J.P. Rio Grande: Ecoscientia,,pag10-18. Brasil.

GEO-5. 2012. "Perspectivas del medio ambiente mundial". PNUMA.

Giménez, A., Castaño, J.P., Olivera, L., Baethgen, W. (2008). Cambio Climático en Uruguay y la Región. Uruguay. Recuperado de www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/11788060608121507.pdf

Greenwood, M.E (2008). Predicting the Effects of Salinity on Three Dominant Macrophytes: An Anticipatory Approach to the Restoration of Degraded Coastal Wetlands in NSW, Australia. School of Environmental and Life Sciences, Faculty of Science and IT The University of Newcastle, NSW, Australia. TESIS DOCTORADO

González, E.M y Lanfranco, J.M. (2001). "Guía de campos de los mamíferos del Uruguay". Mamíferos de Uruguay. Editorial: Banda Oriental. Pag 464.

Gonzalez P.L.M, Polvani L.M, Seager R y Correa G.P. 2013. Stratospheric ozone depletion: a key driver of recent precipitation trends in South Eastern South America. Columbia University Academic Commons, *Climate Dynamics*, 42(7-8), 1775-1792.

Herrero de Aza C., Bravo Oviedo F. y San Martín Fernandez R. 2004. Modelo de probabilidad de germinación de pino negral, *Pinus pinaster* Ait. tras incendio. Cuaderno Sociedad Española de Ciencias Forestales. 12: 57,63.

Higgins, S. I., Richardson, D. M., y Cowling, R. M. (2000). Using a dynamic landscape model for planning the management of alien plant invasions. *Ecological Applications*, 10(6), 1833-1848.

Hobbs, R. J., y Humphries, S. E. (1995). An integrated approach to the ecology and management of plant invasions. *Conservation Biology*, 9(4), 761-770.

IPCC, 2001. *Glaciers, precipitation, and streamflow*. Climate change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability, Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

Recuperado en:

http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/519.htm

IPCC, 2013. Resumen para responsables de Políticas. Cambio Climático 2013 Bases Físicas. pp 3-33.

Isacch, J.P., Costa, C.S.B., Rodríguez-Gallego, L., Conde, D., Escapa, M., Galiardini, D.A y Iribarne, O.O. (2006). Distribution of salt marsh plant communities with environmental factors along a latitudinal gradient on the south-west Atlantic coast. *Journal of Biogeography*. (2006). 33, 888-900.

Isacch, J. P., Holz, S., Ricci, L., y Martínez, M. M. (2004). Post-fire vegetation change and bird use of a salt marsh in coastal Argentina. *Wetlands*, 24(2), 235-243.

Isacch, J., Escapa, M., Fanjul, E., y Iribarne, O. (2010). Valoración ecológica de bienes y servicios ecosistémicos en marismas del Atlántico Sudoccidental. *Valoración de servicios ecosistémicos: conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial*. Buenos Aires: INTA, 529-551.

Jones, V y Richards, P.W. (1954). *Juncus Acutus* L. *Journal of Ecology*. Vol. 42, No. 2 (Jul., 1954), pp. 639-650.

Johnson, P. N., y Partridge, T. R. (1998). Vegetation and water level regime at Waituna Lagoon, Southland. Department of Conservation.

Kirschner, Jan, et al. (2002). "Part 7, Juncaceae. 2, *Juncus* subg. *Juncus*", *Species Plantarum: flora of the world*. Part 7:1-336. Australian Biological Resources Study, Canberra, Australia.

Krepper, C.M., García, N.O., y Jones, P.D. (2003). Interannual Variability in the Uruguay River Basin. *International Journal of Climatology*. 23: 103-115.

Labrado, L. y Parker, R. (1996). "Capítulo 1. El control de malezas en el contexto del manejo integrado de plagas". Labrada, R., Caseley, J. C., y Parker, C. *Manejo de Malezas para Países en Desarrollo*. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal - 120, pag 3-4. Roma.

Lagos X., Cabrera C., Nogueira L., Rodríguez Gallego L. (2012). "De la investigación a la gestión: Experiencias en el proceso de implementación de un Área Protegida: Laguna de Rocha, Uruguay". En: Berrutti, L; Dabezies, M.J.; Barrero, G. *Apuntes para la Acción II. Sistematización de experiencias de extensión universitaria*. Pág. 143-164. Extensión Libros. CSEAM. Montevideo, Uruguay.

Lombardo, A. (1982). Flora Montevidensis, Volumen 1. Pág. 366-7. Intendencia Municipal de Montevideo, 1982.

Lundholm, J. T., y Larson, D. W. (2004). Experimental separation of resource quantity from temporal variability: seedling responses to water pulses. *Oecologia*, 141(2), 346-352.

Lushchak, V., Kubrak, O. I., Storey, J. M., Storey, K. B., y Lushchak, V. I. (2009). Low toxic herbicide Roundup induces mild oxidative stress in goldfish tissues. *Chemosphere*, 76(7), 932-937.

Luz, C. L. D. (2004). Taxonomia da família Juncaceae Juss. no Rio Grande do Sul, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Lyons M. (2006). "The current distribution of * *Juncus acutus* and aspect of its occurrence in the SW agricultural zones". Managin Shurp Rush (* *Juncus acutus*). pp 19-25, Vanda Logman. Australia.

Marangoni, J.C y Costa, .S. C. B. (2010). Caracterização das atividades econômicas tradicionais no entorno das marismas no estuário da Lagoa dos Patos (RS). *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, n. 21, p. 129-142, jan./jun. 2010. Editora UFPR. Brasil.

Magdalena D. (2007). Efectos directos e indirectos del herbicida glifosato sobre los hongos micorrícicos arbusculares en pastizales de la Pampa Deprimida Tesis presentada para optar al título de Doctor de la Universidad de Buenos Aires, Área Ciencias Agropecuarias. Universidad de Buenos Aires.

Martínez-Sánchez, J. J., Conesa, E., Vicente, M. J., Jiménez, A., y Franco, J. A. (2006). Germination responses of *Juncus acutus* (Juncaceae) and *Schoenus nigricans* (Cyperaceae) to light and temperature. *Journal of arid environments*, 66(1), 187-191.

Mortimer A. M. (1990). The biology of weeds. En: R.J. Hance y K. Holly (Eds.), *Weed control handbook: Principles*, pp 1-42. 8va edición. Blackwell Scientific Publications.

Nagy, G., Seijo, L., Verocai J., y Bidegain, M. (2014). Stakeholders' climate perception and adaptation in coastal Uruguay. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 6(1), 63-84.

Parsons, W.T. y Cuthbertson E.G. (2001). *FAMILY Juncaceae. Noxious Weeds of Australia*. pp 81-84, CSIRO Publishing. Australia.

Paruelo, J. M., Piñeiro, G., Altesor, A. I., Rodríguez, C., y Oesterheld, M. (2004). "Cambios estructurales y funcionales asociados al pastoreo en los pastizales del Río de la Plata." Reunión del Grupo técnico regional del Cono Sur en mejoramiento y utilización de los recursos forrajeros del área tropical y subtropical: Grupo Campos, 20, 53-60.

Paul, S., y Young, R. (2006). Experimental control of exotic spiny rush, *Juncus Acutus* from Sydney Olympic Park: I. *Juncus* mortality and re-growth. *Wetlands Australia Journal*, 23 (2), 1-13.

Pennings, S. C., Grant, M. B., y Bertness, M. D. (2005). Plant zonation in low-latitude salt marshes: disentangling the roles of flooding, salinity and competition. *Journal of ecology*, 93(1), 159-167.

Picasso, G., González, A., (2015). Guía de flora del Parque Nacional Cabo Polonio. Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA). Uruguay pp 226.

Pieterse P.J. y Cairns A.L.P. (1988). *South African Forestry Journal* . The Population Dynamics of the Weed *Acacia longifolia* (Fabaceae) in the Absence and Presence of Fire. *South African Forestry Journal* Volume 145, Issue1.pp 25-27.

Reyes, V. (2007). "El conocimiento tradicional para la resolución de problemas ecológicos". *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, N°100, pp.: 109-116. Editorial Icaria. España.

Riadura M.M. (2012). Análisis del comportamiento germinativo en especies halotolerantes. Licenciatura en Ciencias Ambientales. Universidad Politécnica de Valencia.

Rodríguez-Gallego L., Santos C., Amado S., Gorfinkel D., González MN., Gómez J., Neme C., Tommasino H y D Conde. (2008). "Costos y beneficios socioeconómicos y ambientales del uso actual de la laguna de Rocha y su cuenca: Insumos para la Gestión Integrada de un Área Protegida Costera". Programa de Desarrollo Tecnológico - Informe final del Proyecto PDT 36-09. UdelaR. Uruguay.

Rodríguez-Gallego L. (2010). "Eutrofización de las lagunas costeras de Uruguay: impacto y optimización de los usos del suelo". Tesis de Doctorado - PEDECIBA Biología. Facultad de Ciencias, UdelaR. Uruguay.

Sandoval-Casilimas, C. A. (1996). "Investigación cualitativa". En Programa de Especialización en Teoría, Métodos y Técnicas de Investigación Social. ICFES. Universidad de Antioquía. Bogotá, Colombia.

Silvestri, S., Delfina, A y Marani, M. (2005). Tidal regime, salinity and salt marsh plant zonation

.Estuarine, Coastal and Shelf Science 62 (2005) 119–130.

Snogerup. S. (1993). “A Revision of *Juncus* Subgen. *Juncus* (Juncaceae)”. Willdenowia, Bd. 23, H. 1/2 (Dec. 8, 1993), pp. 23-73. Botanischer Garten und Botanischer Museum, Berlin-Dahlem.

Teixeira, L., Chreties, Ch. y Solari, S. (2013). Diseño de un sistema de decisiones de la apertura artificial de la barra de la Laguna de Rocha. Informe Final Aspectos hidrológicos-hidrodinámicos-sedimentológicos, Convenio MVOTMA-UdelaR , 2013, 13, 12.

Vicente, M.J., Conesa, E., Alvarez-Rogel, J., Franco, J.A y Martínez-Sánchez, J.J. (2007). “Effects of various salts on the germination of three perennial salt marsh species” Aquatic Botany. Volume 87, Issue 2, August 2007, pp 167-170.

Vilanova, I. y Prieto, A. R. (2012). Historia de la Vegetación de Las Llanuras Costeras de la Bahía Samborombón (~ 35, 5° s), Argentina, Desde 7800 14C Años. Ameghiniana, 49(3), 303-318.

Vera, M. S., Lagomarsino, L., Sylvester, M., Pérez, G. L., Rodríguez, P., Mugni, H., ... y Pizarro, H. (2010). New evidences of Roundup® (glyphosate formulation) impact on the periphyton community and the water quality of freshwater ecosystems. *Ecotoxicology*, 19(4), 710-721.

Volpedo, A. V. y Fernández-Cirelli, A. (2007). “Efectos del cambio climático en el humedal de Bahía de Samborombón, Argentina”. Efecto cambios globales sobre los recursos hídricos y ecosistemas marinos costeros. EL AGUA EN IBEROAMERICA. Programa para Iberoamericano de Ciencia de Tecnología para el desarrollo. pp 47-56.

Vromans, D.C., y Elizabeth, P. (2011). Macrophyte phenology in a temporarily open/closed estuary compared with a permanently open estuary (Doctoral dissertation, MSc thesis, Nelson Mandela Metropolitan University, South Africa).

Weltzi, J.F., Loik M.E., Schwinning S., Williams D.G., Fay P.A., Haddad B.M., Harte, J., Huxman T.E., Knapp A.K., Lin, G., William T., Pockman W.T., Shaw, R. M., Small, E.E., Smith M.D., Smith S.D., Tissue D.T y Zak, J.C. (2003). Assessing the response of terrestrial ecosystems to potential changes in precipitation. *BioScience* 53:941-952.

Zahran, M. A., El-Demerdash, M. A., y Mashaly, I. A. (1993). On the ecology of *Juncus acutus* and *J. rigidus* as fiber producing halophytes in arid regions. In *Towards the rational use of high salinity tolerant plants* (pp. 331-342). Springer Netherlands.

Zaimoglu, Z. (2006). Treatment of campus wastewater by a pilot-scale constructed wetland utilizing *Typha latifolia*, *Juncus acutus* and *Iris versicolor*. *Journal of Environmental Biology*, 27(2), 293-298.

ANEXO 1

Pecador Artesanal 1 (PA1)

Este pescador de la comunidad de la barra de la Laguna de Rocha, vive en la laguna desde la década de 1930, siendo uno de los primeros residentes de esta comunidad. Probablemente sea el poblador más antiguo de la laguna que continúa viviendo en la zona.

Al *J. acutus* lo llama *capí negro* y dice que siempre hubo en la laguna pero en muy poca cantidad y en algunos lugares nada más.

Según él “...eran pocos capices, se podían contar las matas pero después que empezó ha cundirse y no paro, se cundió por todos lados”.

Dice que comenzó a expandirse hace aproximadamente 10 o 15 años, o sea entre los años 1999 y 2004. Y que desde entonces no se ha detenido su expansión. Cuenta que en la zona Sur, donde él vive, ha aparecido juncus y antes no había. Recuerda que antes solían salir a cazar liebres para comer, en algunas praderas y que en esos lugares ya no se puede por la cantidad de juncus que hay.

Cuenta que con el devenir de los años, se han producido algunos cambios en la permeabilidad de la franja costera entre la laguna y el mar, que ha generado modificaciones en el ecosistema de la laguna. Lo cual puede ser útil al momento de inferir sus efectos en lo que tiene que ver con la ecología del juncus. Dice que antes era común que el mar introdujera agua a la laguna por diferentes sitios de la franja costera pero que en la actualidad solamente lo hace mediante la barra. Y que desde hace algunos años, luego de una gran tormenta, la barra comenzó a abrirse sobre un lugar distinto. Dice que el canal de la laguna que se conecta con el lugar actual de apertura de la barra tiene una profundidad inferior al anterior, que alcanzaba hasta 5m de profundidad. Estos cambios percibidos por el pescador habrían alterado en alguna medida al régimen hidrológico y el ecosistema.

Cuenta que antes con el canal profundo era mejor para la pesca, porque los peces que entraban a la laguna eran más numerosos y de mayor tamaño e incluso podía significar que algunos peces entraran o no. En cuanto a la vida silvestre dice que en esa época en algunos lugares se veía rosada la laguna de tantos flamencos que habían, cosa que ahora no ocurre. La presencia de flamencos está asociada a periodos con niveles bajos del nivel de la laguna. Dice que bajantes grandes parecidas a la de hace pocos años, en la cual laguna redujo su superficie casi a la mitad, eran más comunes. Y que se debía a la profundidad del canal. Porque aun habiendo poca agua se mantenía abierta la laguna, y si se cerraba en ese momento podía quedar con muy poca agua. También podía ocurrir en el sentido contrario, que la laguna podía llenarse muy rápido se juntaba una sudestada y lluvias intensas. Para la pesca dice que era bueno porque cuando se secaba así, el agua quedaba más limpia y desaparecían sedimentos o barros que habían en el fondo de la laguna.

Plantea la posibilidad de que haya aparecido una variedad de juncus muy parecida a la que siempre hubo, y que ésta sería la que se ha expandido. En relación a esto recuerda una gran inundación que ocurrió hace varias décadas atrás, y que en el mar habían muchos sedimentos vegetales que eran depositados sobre la costa. Y que por esta vía podrían haber llegado a la laguna semillas provenientes de lugares distantes.

En cuanto al manejo del juncus mediante la quema. Dice que antes no se quemaba porque no había tanto y que quemarlo es peor porque hace que aumente el juncal.

Pescador Artesanal (PA2)

Vive en la comunidad de pescadores de la barra desde 1954 y se dedica a la pesca artesanal.

Al *J. acutus* lo llama “Capí negro”. Para él es una planta autóctona de la laguna de la zona baja inundable. Cuenta que la densidad poblacional del juncus era mucho menor a la actual y demográficamente estable. Crecía en algunos bañados o lomadas, sobre la línea paralela a la costa de la laguna, en forma de pequeños grupos de matas. Recuerda que al menos hasta el año 1986 aproximadamente, el juncus estaba distribuido de esa manera. Pero a mediados del año 1999, el juncal comenzó a expandirse rápidamente y que fue muy notorio el cambio.

Zonas donde para él, históricamente ha existido el juncus y se han producido estos cambios son: (1) las costas de San (zona S-SW) donde habrían entre 30 a 40 matas pero se expandió mucho; (2) zona SW, que se ha expandido mucho; (3) en lo de Sunini (NW) donde se ha expandido poco; (4) costas E se ha expandido mucho y (5) en las costas sobre la comunidad de la barra (zona S) poca expansión. Comenta que las matas han llegado por primera vez hasta el terreno de su casa (300 m de la costa).

En cuanto a los efectos de la expansión del juncus en las actividades productivas y la vida silvestre: para él, el juncus afecta poco a la pesca porque está en lugares retirados del cuerpo de agua. Excepto cuando se pesca en zonas de juncales, durante la inundación, ya que impide el acceso o dificulta las maniobras de navegación.

Piensa que es perjudicial para el ganadero, porque ni el ganado, ni los caballos ingresan al juncal a causa de las fuertes espinas que tiene. Ha visto aumentar la población de algunos mamíferos como: el Jabalí que apareció en la zona hace aproximadamente dos décadas (1994), zorros y “ratas grandes”, que utilizan el juncal como refugio. En cambio ha visto pocas aves en el juncal y que donde nace el juncus no crecen otras especies de plantas.

Para él la barra de la laguna se abría con mayor frecuencia hace 30 años atrás (1984). Había un promedio entre 3 a 4 aperturas y al menos 2 por año. A demás eran aperturas naturales. El tiempo de perdurabilidad de la inundación siempre ha sido variable pero nota que actualmente permanece más tiempo inundado. Percibe que la temperatura del agua de la laguna se mantiene más elevada que en años anteriores. Ha visto cambios en el régimen de lluvias, actualmente son más localizadas que en años anteriores.

Para él, el agua está incidiendo sobre qué lugar ocupa el juncus. Ha observado que la altura de la laguna cuando se llena pero no lo suficiente como para abrir la barra, coincide con la altura de la zona del juncal. Y que permanece inundada de esa manera (principalmente en invierno) aproximadamente dos meses, aunque la cantidad de meses es variable. A su entender esto habría repercutido en la dispersión de las semillas a través de las resacas,

“... del poco que había, empezó a asemillar y en las crecientes como ahora fijate que donde esta el nivel de la laguna es el nivel a donde están los capices. Eso nos dice

claramente, que es la semilla que trae de otro lugar, o sea de otra zona la semilla viene en el agua y queda en la resaca ahí, entonces nace.”

A demás, dice que los sedimentos que forman las resacas, se trasladan de una costa a otra en la dirección de los vientos, durante la inundación. Haciendo que las resacas sean más intensas en algunas zonas. Por lo tanto la dirección de los vientos predominantes y su orientación con respecto a las márgenes de la laguna, sería otro factor que determina la distribución del juncal. Entiende que esto tiene mayor efecto durante las inundaciones prolongadas que son mayormente en invierno, con vientos predominantes del sector: E, W y N. Concluye su razonamiento diciendo que las mayoría de las resacas son: hacia el E y W que es donde el juncus está expandiéndose con mayor intensidad y que no se producen en el N que es la zona donde no hay juncus o tiene menor cantidad.

En lo que tiene que ver con posibles medidas manejo, desconoce cuales puedan emplearse. En relación a la quema dice que antes no se usaba el fuego porque no era un problema. Entiende que no sirve, y que además genera un efecto opuesto al buscado. Porque además de que vuelve a brotar el juncus que se quemó, crecen una gran cantidad juncus nuevos, sobre la zona afectada. Hace referencia a una quema de hace algunos años en la parte S-SW, en la que se vio claramente este fenómeno. Piensa que tal ves el fuego no destruya las semillas. En cuanto a un posible control que pudiera ejercer la inundación sobre la planta, dice que el juncus resiste la inundación.

Piensa que sería bueno controlar al juncus y cuenta su modo de comprender este tema, para el momento de tomar acciones:

“Yo creo que en todas las cosas de la naturaleza, si la hacemos así, digamos que a lo loco así, podemos destruir un montón de cosas. Pero si nos arrimamos para el lado de ayudar a la naturaleza, yo creo que hay cosas que podemos destruir y la naturaleza estaría conforme con nosotros.”

Pecador Artesanal 3 (PA3)

Vive en la comunidad de pescadores de la barra desde 1973 y se dedica a la pesca artesanal.

Al *J. acutus* lo llama “Capí negro”. Para él es una planta autóctona de la laguna que habita en la zona baja inundable. Cuenta que la densidad poblacional del juncus era mucho menor a la actual y demográficamente estable. Crecía sobre la línea paralela a la costa de la laguna y solamente en algunos sitios pero a mediados del año 2004 comenzó a expandirse.

Describe un patrón espacio-temporal de propagación del juncal observado sobre las margenes de la laguna:

“... donde habían matas de 20m por 50m de largo, ahora ya esas matas tienen 100m de ancho por 500m de largo, todo así, es impresionante... lo que eran matas separadas se están empezando a unir, haciéndose bañado... se va haciendo todo una franja alrededor de la laguna...”

Nombra tres grandes zonas en las que vio claramente este proceso de expansión y que se ha extendido a lo largo de kilómetros: 1) Desde el “Rincón de la Garita” hasta “La Birazón” zona E; 2) desde “Rincón de los Noques” hasta el sur de las “Costas de San” zona O y SO. Donde el ancho, avanzó hasta el alambrado que limita con los predios fiscales, que antes era una zona despejada de juncales; 3) la zona NO, que tiene campos llanos, con lomadas cercanas a las márgenes. Sobre las márgenes siempre hubo juncus pero no sobre esa llanura, que actualmente está muy poblada y sobre la zona S, en las proximidades de la comunidad de la barra. Dice que donde tiene las chalanas ha crecido por varios lados, pero poco comparados a los demás lugares de la laguna .

Los pescadores han desarrollado estrategias de pesca adaptadas, a los ciclos biológicos y del comportamiento de algunas especies, que están directamente relacionadas con las estaciones del año y a los cambios en las condiciones de la laguna. Para él la expansión del juncus afecta al tipo de actividad pesquera realizada sobre la planicie baja en periodo de inundación. Esto se debe a que donde hay mucho junco, no pueden ingresar con las chalanas o se dificulta el acceso. A demás impide “calar” (método de tirar la red) y el mismo juncus produce la ruptura de redes.

Según comenta “...*pescamos donde todavía está limpio, pero son pocos lugares que van quedando y somos quince familias y tenemos que irnos turnando.*”

En cuanto a otros cambios generados en la vida silvestre, dice que ese ambiente ya no es el mismo de antes, a causa del juncal y que puede tener consecuencias negativas para algunas especies de peces como el pejerrey, que se alimentan de invertebrados específicos de esa zona durante la inundación.

Ha observado que las poblaciones de mamíferos como: zorros, mano peladas, chanchos jabalíes y ratas han aumentado porque que el juncal les sirve de refugio.

Basándose en sus observaciones, explica que algunos procesos favorecieron la expansión del juncal. Estos estarían relacionados a la gran dispersión de las semillas y al cambio climático, que generaron mejores condiciones de germinación.

Comenta que las semillas pueden flotar y ser arrastradas por el agua, esparciéndose y depositándose sobre la zona inundable. Por lo que considera que ha mayor periodo y altura de inundación, más coloniza el *J. acutus* sobre terrenos: del la zona alta inundable y sobre algunas zonas medianamente bajas como la NO, donde hay campos llanos con lomadas cercanas a las márgenes. Que cuando la altura de la laguna pasa cierto nivel inunda toda la llanura.

“hasta donde llega el agua, llegan la semillas y luego se lo ve crecer.”

Las semillas quedan en condiciones de germinar en verano. Porque al retirarse la inundación, el suelo queda húmedo y con las altas temperaturas, aumenta el calor del suelo. Esto provoca la ruptura de las cápsulas del *J. acutus* y favorece la germinación. Al cabo de dos o tres años la planta alcanza la adultez. El percibe que las temperaturas han aumentado considerablemente en los últimos años en la laguna de Rocha, beneficiando el aumento del juncal.

Desconoce medidas efectivas para el manejo. Piensa que el control mecánico solo podría hacerse con maquinaria debido a que tiene raíces muy fuertes. Incluso piensa que el control químico tal vez no destruya la raíz. En cuanto a la quema, dice que no es efectiva y es contraproducente. Porque la planta no muere y en cuestión de dos meses

vuelve a brotar. Pero además como el fuego rompe las cápsulas del juncus, libera las semillas y esto provoca el crecimiento de más plantas de juncus. Consultado sobre el posible control que la inundación pueda ejercer sobre la planta ya que ésta no pertenece a la vegetación emergente. Dice que la inundación la afecta, que pasado dos meses de inundación la planta continua viva.

Productor Ganadero 1 (PG1)

Este productor ganadero no vive actualmente en su campo pero concurre diariamente desde hace muchos años. Conoce esta propiedad desde el año 1964.

En cuanto a la distribución del juncus a lo largo del tiempo y en la actualidad: no lo había visto antes en los campos que eran de su padre (zona SO y O) ni en el propio (O). Motivo por el cual afirma que en su percepción, el juncus no es autóctono de la zona de la laguna. Lo observó por primera vez a hace aproximadamente 30 años, en la zona NO y la cantidad que había era mucho menor en relación a la actualidad. Hasta hace aproximadamente 15 años desconocía la presencia de juncus en "Tropicalia" (zona SO) que en la actualidad es una de las zonas más densamente pobladas. Para él es evidente que el juncus ha aumentado mucho y plantea que hay desconocimiento de este hecho en la mayoría de los propietarios y productores actuales.

El avance del juncus lo ve como un problema para el productor ganadero que antes no tenía. El juncus reduce el área de pastoreo debido a que: no es palatable para el vacuno (aunque desconoce si lo come cuando es una planta juvenil), los animales no acceden a comer en zonas donde está densamente poblado debido a su fuerte espina, compite con las pasturas y el ganado ejerce una selección negativa hacia las pasturas en el área circundante al juncus. Plantea no encontrarle utilidad ni beneficio y que hay que tomar medidas para controlarlo.

El tipo de vegetación y disponibilidad para el pastoreo de la planicie baja inundable (pastizal salino) y la del espejo de agua (plantas emergentes), se rigen en gran medida por los cambios en: las características del suelo, periodos de inundación y la salinidad. Esto condujo a elaborar estrategias para usar estos recursos utilizando su conocimiento ecológico local.

Describe este ambiente desde una vista perpendicular así a la laguna. En la cual hay una zona alta. Luego desciende el terreno y cambia la composición vegetal (pastizal salino), con suelo arenoso y más húmedo. Esta vegetación (tiene una "grama de hoja ancha"), se extiende hasta el comienzo de las plantas emergentes y es la zona donde se encuentra el juncus. Cómo la laguna es muy baja, dice que 15 cm de aumento puede inundar grandes extensiones (en su campo 20%), principalmente cuando la pendiente del suelo es poca. La inundación puede sobrepasar el pastizal salino y durar entre pocos días hasta nueve meses dependiendo de la apertura funcional de la barra, sea esta natural o artificial. Cuando el periodo es prolongado ha matado pasturas. La resaca (sedimentos) se distribuye por toda el área inundada. Dice que la salinidad del agua siempre ha sido variable pero la sal se detiene en el límite alto del pastizal salino. Ha sembrado gramíneas donde está el juncus pero no sobrevivieron debido a la salinidad.

El juncus está en esta zona de inundación, pero no sobrevive donde el suelo está permanentemente bajo del agua. Se lo observa en las zonas de resacas, esta trasladan y dispersan las semillas. También ha observado que los jabalíes contribuyen mucho su aparición porque: prefieren la misma zona, rompen la estructura del suelo, matan la

pastura y dejan el suelo descubierto. Entonces como las semillas de acutus ya están esparcidas y ahora con menor competencia, germinan y sobreviven más.

Concluye que, el no preocuparse por el *J. acutus* también contribuye a su expansión.

En su campo no hay juncus porque lo controla. Las elimina individualmente con herbicida. Siempre ha eliminado a los jabalíes y en otros campos también se comenzó a hacerlo. Piensa que llegará un momento en que no podrá controlar el juncus porque cuando crece entre la espartina es difícil de detectarlo. Consultado sobre el posible manejo con fuego dice que nunca quemó el bañado. Pero en campos de la zona S hasta hace unos 10 o 12 años se hacía una quema al año.

Sobre la opción de permitir inundaciones grandes y de mayor periodo como una posible medida de control considera que: produciría un daño social y económico a las comunidades de Puerto de los Botes, la Ribiera y al productor ganadero. Aunque desconoce lo que podría ocurrirle al juncus piensa que no lo afectaría.

Productor Ganadero 2 (PG2)

Este productor ganadero conoce su campo desde el año 1972, no vive actualmente en el pero concurre diariamente desde hace muchos años.

Cuenta que desde que conoce la laguna en la zona norte (año 1972), siempre hubo un poco de juncus. Pero a partir del 2004 a la actualidad ha aumentado mucho y se está expandiendo.

Sobre qué significa el juncus para el productor, comenta que:

“... no lo come el vacuno, ni el lanar, ni ningún animal y ocupa espacio, bastante espacio... una parte de buena pastura, no tiene ningún beneficio de nada...” (...)”

Al no ser palatable para el ganado, expandirse y disminuir el área de pastoreo, se transformó en un problema para el productor. Plantea su interés por encontrar alguna manera de controlarlo.

En cuanto a su descripción del agroecosistema: Las inundaciones han mantenido un patrón ... similar a lo largo de los años. Plantea que cuando sube mucho el nivel del agua, inunda las casas de los pescadores (posiblemente Puerto de los Botes) y para evitarlo, suele abrirse artificialmente la barra de la laguna.

El hábitat del juncus se corresponde con el pastizal salino Da una detallada descripción de las características del ambiente donde lo ha observado crecer:

“...está en la zona baja... no tanto en zonas inundables, más bien en esas zonas que se encharcan en invierno, unos 5 cm de agua... donde el suelo tiene 10 o 12 cm de barro y crece una grama de hoja ancha... y también sobre un cordón de arena que hay sobre la costa. Arriba del cordón no, al costado...”

Este “cordón de arena” limita con la zona de plantas emergentes.

El juncus compite con las pasturas del pastizal salino pero no con la espartina. Que es una planta emergente utilizada como reserva de forraje de invierno. La salinidad siempre ha sido variable y no nota cambios.

Consultado sobre efecto que puede tener el juncus sobre la vida silvestre, el productor indica

“No creo que sea un aporte para la vida silvestre, lo que ha aparecido son chanchos. Si estuviera mas despejado de juncus seria mejor para las aves, como el chorlito.” (...)

Para él está muy claro que el juncus se está expandiendo mediante la reproducción por semillas y que el jabalí a favorecido su proliferación. Este animal comenzó a poblar en laguna de Rocha a mediados del año 2000.

El piensa que cuando el chancho “osa”, remueve el suelo y también las semillas de juncus, que están uniformemente esparcidas a través de las inundaciones. Que es el equivalente a la práctica de sembrar. Esto favorecería la germinación y expansión de las raíces del juncus. Y lo constata al ver que: donde el chancho había removido el suelo, crecían muchas plantas de juncus juntas pero al rededor no. A su vez el juncal le sirve al chancho como refugio.

No sabe si habrá alguna medida de manejo. El único control eficaz que conoce es el tratamiento con el herbicida glifosato. Aunque él no lo aplica, lo experimentó. Se cuestiona si será funcional el uso de la “alfombra química”. Es una máquina que tiene una alfombra impregnada en herbicida que mata a la planta por contacto directo y tiene menor impacto ambiental que la fumigación.

Sobre otras posibles vías de manejo plantea que *“quemarlo no es útil y es dificultoso porque no mata la planta y al cabo de poco tiempo vuelve a crecer. Y además no es fácil propagar el fuego en una zona húmeda e inundable, donde una gran cantidad de las plantas están espaciadas”*. Desconoce si cuando el junco es chico, el ganado lo pueda comer. Percibe que la inundación prolongada no afecta a la planta adulta pero cuando es chica no lo ha observado.

Luego de una inundación de pocos días, desaparece la pastura pero renace al cabo de pocos días. Cuando la inundación perdura más tiempo suele demorar 2 o 3 meses en brotar el pasto. Generalmente dura pocos días.

Productor Ganadero 3 (PG3)

Este productor ganadero vivió en un campo de la zona S y SO, entre los años 1978 y 2000.

En cuanto a la distribución del junco a lo largo del tiempo y en la actualidad, menciona que desde el año 1978 hasta el 2000, no había juncus en “Tropicalia” (zona S y SO). La observó crecer por primera vez, hace aproximadamente 15 años (año 2000) como *“...matitas muy aisladas que el ganado comenzaba a no comerlas...”* y que luego de 6 años comenzó a expandirse. Momento en el que deja de vivir en ese establecimiento. Desde su percepción, no es una planta autóctona

Ve al avance del juncus como un nuevo problema para el productor ganadero *“...lo increíble era ver cómo el ganado entraba ahí a comer pero luego después que apareció el juncus se retiró, nunca más se metió...”*. El juncus reduce el área de pastoreo debido a que: no es palatable para el ganado y debido a su fuerte espina. Plantea no encontrarle utilidad ni beneficio. Y que se convertirá en una especie dominante si no se la controla.

Cuenta que la inundación podía sobrepasar el pastizal salino alcanzando la zona alta (línea de paleocosta) pero que actualmente no llega hasta esa altura. Las inundaciones variaban según la estación y el clima, siendo en el invierno más intensas y de mayor periodo. Generalmente se producían entre mayo y setiembre pero eran de mayor magnitud entre mayo y julio. Señala que los barrios de la zonas bajas de Rocha, la Ribiera y Puerto de los Botes no eran afectados por las inundaciones y por tal motivo no se pedía abrir la barra. Esto está relacionado a que: abrir la barra produce un reflujo de agua hacia el mar que hace disminuir la altura y superficie del cuerpo de agua. En Tropicalia la inundación podía ocupar aprox. 300 has, lo que significaba un cambio considerable para el productor. Probablemente eso también condujo a que interviniera en el manejo de la barra.

Consultado sobre el tema de la barra comenta que “...se *abría sola* y se *cerraba sola*...” pero en la actualidad prácticamente no se abre de manera natural.

La barra entre los años 1970 y 88 era más amplia y flexible; se abría en varios lugares, no como en la actualidad sobre un lugar fijo y solía mantenerse abierta desde setiembre hasta marzo. Piensa que la construcción de un camino y el crecimiento de árboles sobre la zona costera pudo haber provocado estos cambios. La barra comenzó a ser abierta por vecinos y posteriormente (año 2000) ya se pedía a la municipalidad, con el uso de maquinaria.

La “*resacas*” que dejaba la inundación, se extendían mucho hacia el campo y permanecían 4 o 5 meses hasta que se integraban al suelo, aportando nutrientes para las pasturas. Con respecto a la salinidad, recuerda que durante los eventos de inundación el agua era dulce.

Trabajaban las ovejas junto con los vacunos en “potreros” sobre el pastizal salino y plantas emergentes. Esta práctica se realizaba antes de la época de inundación, que ya estaba prevista. El vacuno comía plantas de mayor talla, que podían estar en zonas de agua como la “espartina”, mientras que la oveja no ingresaba a la zonas de barro y se alimentaba de plantas de poca talla y de brotes. Cuando aparece el juncus el ganado comienza a retirarse de la zona del juncal.

Piensa que el cambio a un pastoreo con menor cantidad de ovejas pudo haber beneficiado el avance del juncus. Porque cuando es una planta juvenil de poca talla, la hoja es tierna y podría servir de alimento, si se presiona al animal a comer. Pero luego que se endurece la hoja y la espina se hace más fuerte, seguramente el animal no la come.

Referente a posibles medidas de manejo del juncus: experimentaría combinar control mecánico y biológico. Utilizando una “rotativa” (máquina que corta la vegetación al ras del suelo) y luego presionando al ganado a comer el renuevo del juncus. Consultado sobre el uso del fuego: dice que en un tiempo se quemaba pero no lo ve como una alternativa viable, tiene consecuencias negativas para la vida silvestre. El control químico funcionaría pero habría que usar un herbicida muy fuerte y tendría un impacto ecológico importante.

Guarda Parque (GP)

El guarda parque vive en la zona SSW de la laguna de Rocha desde el año 2000. Para él, el *J.acutus* habita en la zona baja inundable de la laguna y se ha expandido en los últimos años. Habiendo aumentado su densidad poblacional y su distribución hacia lo largo y

ancho sobre una franja paralela a la costa. La zona donde ha observado estos cambios del *J.acutus*, corresponden al establecimiento "Tropicalia". Siendo la parte sur de Tropicalia la parte más afectada. Y en donde el percibe que la franja se ha ensanchado aproximadamente 200 m y la densidad aumentado más.

Dice que esto tiene efectos negativos para el ganadero ya que reduce el área de pastoreo. Y que el ganado evita ingresar al juncal denso pero cuando lo hace corre el peligro de caer en pozos o canales, que muchas veces no puede salir. A demás junto al aumento del juncal, han prosperado las poblaciones de jabalies, que destruyen las pasturas y son una amenaza para el ganado lanar en época de crías. Motivo por el cual se lo está controlando.

En cuanto a los pescadores, ha observado que cuando la laguna se inunda, suelen utilizar la zona donde crece el juncus para pescar. Piensa que esa zona podría servir a los peces como refugio y como lugar de alimentación debido a los sedimentos que hay.

En relación a los efectos sobre la vida silvestre, ha observado que algunos mamíferos como: zorros, zorrillos, gatos de pajonal, ratones y jabalíes utilizan el juncal como refugio y que han aumentado en número.

Con respecto a los periodos de inundación y aperturas de la barra: Durante el invierno es cuando más se inunda la laguna. Y que en la última gran inundación (invierno) aumentó un metro de altura, superando la altura del juncal durante un par de días. Dice que al ganadero le sirve que se inunde porque los sedimentos que deja el agua, aportan nutrientes para las pasturas. Pero que no es lo mismo que esté 15 días que 6 meses. Aludiendo a que 6 meses no sería beneficioso.

En cuanto a la dinámica de la barra, dice que hay datos de cuando se abre y cierra desde el año 2001 pero no hay datos de cuánto tiempo permanece la inundación. Dice que la última vez la barra permaneció casi un año abierta.

Opina que los periodos de inundación influyen en las dinámicas poblacionales del juncal. Piensa que cuando la laguna inunda las zonas bajas, con 4 cm aproximadamente de anegamiento los vacunos ya no ingresan a comer el junco recién crecido, debido a que el agua es salobre. Luego de 2 o 3 meses, el junco se endurece, dejando de ser palatable para el vacuno. En cambio cuando la laguna tiene baja altura el ganado ingresaría a las zonas bajas y comería los brotes tiernos de juncus. Basado en esto el cree que periodos prolongados de inundación podrían favorecer la expansión del juncal.

Un factor que el entiende que ha contribuido al aumento del juncal es el cese de las quemas, que era una medida de control.

La quema puede producir un impacto ambiental importante teniendo en cuenta que es un área para la conservación. Dice que afecta a los animales, al suelo y es agresivo para el ecosistema. Cuando se declara área protegida, año 2010, se prohíbe aunque ya existían algunos acuerdos. Actualmente hay quemas puntuales pero cada vez menos frecuentes. Dice que antes en Tropicalia se hacia este tipo de control todos los años pero cuando él llegó (año 2000), en la parte sur de este establecimiento ya se había abandonado ese tipo de manejo. Ante la posibilidad de volver a utilizar la quema para el manejo del juncus, plantea que una opción podría ser hacerlo localizado, en diferentes épocas para que tenga menor impacto. Compara los efectos de este tipo de manejo con el de control químico y piensa que el segundo tendría mayor impacto.

“...el agroquímico usado a poca escala puede ser útil pero termina yendo al agua y afectan a los otros organismos.”

Dice que algunos productores hacen control químico con una “alfombra de contacto”. Que es una máquina que hace contacto directo con el juncus, mediante un paño embebido en herbicida, en este caso glifosato.

Desde el punto de vista de la gestión del AP. Dice que el manejo del juncus es complejo y que se desconoce qué función o efectos tiene para este ecosistema.

Según él *“...hay un vacío de información. Hasta que no se sepa bien si es bueno o no, si es muy agresivo, qué tipo de control se va hacer. Hasta no saber cómo manejarlo más adecuadamente, no lo hacemos.”*

En cuanto a un posible control mediante una mayor presión de pastoreo con ganado, opina que tendrían que pastar un gran número de vacunos para controlar al juncus. Además no sería una buena alimentación y se sacrificaría al animal. Terminaría siendo más una medida de control que de producción ganadera.

Biólogo (Biol)

El biólogo y ha trabajado en ornitología e investigación en la laguna de Rocha desde el año 2006. Conoce la región desde arroyo de los Noques hasta Tropicalia, o sea la parte comprendida entre SSW y SW de la laguna. Su percepción es de que ha aumentado la población de *J. acutus*. Que hay muchos renuevos y que ha aumentado la superficie ocupada. Dice que en Tropicalia ha aumentado bastante y menciona un caso puntual en la zona sur de este establecimiento, donde es muy visible el cambio, en el cual hay dos potreros contiguos, uno que ha sido totalmente poblado de juncus y el otro no.

Describe algunas características del hábitat del juncus en la laguna: *“...está la planicie de inundación, que es una zona plana y luego tenés un albardón, o sea se levanta el terreno [...] y campos altos que no se inundan. El junco está sobre esa zona de inundación.”* A la planicie inundable la distingue en dos tipos de suelos, según la clasificación de suelos CONEAT en: *“...el coneat 3.10 en donde predomina la vegetación tipo bañado de alto porte como la espartina. Y después tenés otro tipo de suelo, digamos tierra adentro, limítrofe [...] el 3.12 que ahí es donde está el junco. No está en todas partes digamos de esa franja de suelo, está más bien cerca del espejo de agua.”*

Ha observado que el juncus, está en la franja que se inunda intermitentemente donde buena parte permanece sin agua y que es más abundantes hacia la laguna. Aunque ve un aumento de renuevos de juncus en dirección hacia al campo.

Piensa que esto se debe a una correspondencia entre un gradiente de densidad de juncus con el gradiente de permanencia de suelo inundado: (1) *“...hay más juncos cerca de la laguna”* piensa que porque se inunda más frecuentemente; (2) *“...hay crecidas más raras, que llegan más campo adentro. Por eso pienso yo que está ese gradiente”* y (3) *“... a su vez donde hay suelos que es muy frecuente la inundación, o sea principalmente los suelos saturados de agua la mayor parte del año, ahí no está el juncus.”*

En cuanto a los efectos de la expansión del juncus sobre la producción local y la biodiversidad. Dice que es perjudicial para el productor ganadero porque el ganado no lo come y le quita área de pastoreo. En relación a la biodiversidad, entiende que tiene efectos negativos para algunas aves. Da como ejemplo a los “chorlos” que necesitan

espacios abiertos sobre el borde de la laguna. Explica que las aves dependen mucho de la estructura de la vegetación y que ésta es modificada por el juncal. Sobre la planicie inundable, ha observado que hay mayor cantidad de aves en donde no está el juncal.

En cuanto a posibles acusas de la expansión del juncus: Entiende que las aperturas de la barra y las precipitaciones inciden en el periodo de inundación y que ésta a su vez tiene consecuencias sobre la comunidad vegetal en la que se encuentra el juncus.

En base a esto plantea dos situaciones: (1) *“...si la barra se abre muy frecuentemente va a estar menos tiempo inundada la planicie y eso beneficiaría al juncus”* y (2) *“...si se abre la laguna cuando la laguna está bien llena estaría más tiempo inundado y eso mataría al juncus”*. Dice que ha habido un cambio en el régimen de apertura de la barra, haciéndose mucho más frecuente esa apertura y eso debe haber favorecido al incremento del juncus.

En relación a los impactos de permitir periodos más prolongados de inundación como una posible medida de manejo del juncus. Piensa que puede ser beneficiosos para un grupo de aves, como las acuáticas: garzas y patos. Pero para otros, puede ser perjudicial porque no pueden acceder al alimento como sustratos del suelo, como en el caso de flamencos y cisnes. En cuanto al control con la quema, piensa que es útil. Y que es beneficioso para la vida silvestre y la biodiversidad. Lo ve desde el punto de vista de los efectos indirectos mediante el cambio que produciría en la estructura vegetal y de ésta favoreciendo a la mayoría de las aves. En cuanto a efectos directos de la quema su percepción es de que muy pocas que se verían afectadas negativamente y que sería negativo si se quemara en la zona de las espartinas porque suele ser una zona de nidificación. Al control químico, en el caso del glifosato, lo encuentra similar la quema, salvo en caso de que afectara a la comunidad de invertebrados.

