



Asociación de Universidades  
GRUPO MONTEVIDEO

25 SET  
al  
27 2019  
Montevideo



II CONGRESO DE AGUA  
AMBIENTE Y ENERGÍA

AUGM



UNIVERSIDAD  
DE LA REPUBLICA

## Percepción de actores locales sobre los efectos de los usos del suelo en la calidad del agua de Laguna de Castillos, Rocha

San Martín, L<sup>a</sup>, Eirín, K<sup>b</sup>, Calliari, D<sup>c</sup>, Kruk, C<sup>d</sup>, Pereyra, A<sup>e</sup>, Yannicelli, B<sup>f</sup>,  
Pérez, F<sup>g</sup>,

<sup>a</sup> Centro Universitario Regional Este UdelaR, Uruguay, [lore14916@gmail.com](mailto:lore14916@gmail.com) .

<sup>b</sup> Centro Universitario Regional Este UdelaR, Uruguay, [crisnaka35@gmail.com](mailto:crisnaka35@gmail.com) .

<sup>c</sup> IECA Facultad de Ciencias UdelaR, Uruguay, [dcalliar@fcienc.edu.uy](mailto:dcalliar@fcienc.edu.uy) .

<sup>d</sup> IECA Facultad de Ciencias, UdelaR, Uruguay, [ckruk@yahoo.com](mailto:ckruk@yahoo.com)

<sup>e</sup> Centro Universitario Regional Este, Uruguay, [alfonsopereyra26@gmail.com](mailto:alfonsopereyra26@gmail.com)

<sup>f</sup> Centro Universitario Regional Este UdelaR, Uruguay, [byannice@gmail.com](mailto:byannice@gmail.com)

<sup>g</sup> Centro Universitario Regional Este UdelaR, Uruguay, [fedperez@adinet.com.uy](mailto:fedperez@adinet.com.uy)

**RESUMEN:** La Laguna Castillos (LC) es un cuerpo de agua costero de gran relevancia económica, social y para la conservación. Recientemente ha presentado floraciones de cianobacterias que podrían estar asociadas a actividades en su cuenca. Resumir el conocimiento técnico y saber local sobre las actividades productivas y sus efectos sobre la calidad de agua es fundamental para generar medidas de gestión adecuadas. Aquí presentamos resultados obtenidos en el Taller Interdisciplinario III de la Licenciatura en Gestión Ambiental (CURE, UdelaR) cuyo objetivo fue conocer la percepción de diversos actores referentes sobre los efectos de los usos productivos sobre el deterioro de la calidad del agua. Para ello se analizó bibliografía, se realizaron entrevistas (N=28) y un taller participativo. Se obtuvo una primer aproximación que indica una relación entre las actividades en la cuenca y la pérdida de calidad de agua, donde el proceso de la eutrofización fue identificado como el vínculo entre ellas, siendo la agricultura y el saneamiento inadecuado las actividades que se percibieron como más influyentes. En el taller se logró identificar la distribución espacial estas relaciones en la cuenca de LC. Los resultados permiten integrar el saber académico y el saber local y generar propuestas preliminares de alternativas de gestión.

**Palabras claves:** Laguna Castillos, usos del suelo, calidad de agua, cianobacterias, participación, saber local.

## 1 INTRODUCCIÓN

Las cuencas hidrológicas están integradas por la interacción de los subsistemas físico, biológico, económico y social [1]. Sus características variarán de acuerdo a su dinámica y al nivel de intervención antrópica [2]. La contaminación es una de las amenazas que afectan el funcionamiento de las cuencas y ecosistemas acuáticos asociados [3]. Una de las principales consecuencias de las actividades antrópicas en las cuencas es la eutrofización de los cuerpos de agua, resultante de los aportes de nutrientes por actividades humanas, que provocan un excesivo crecimiento de plantas acuáticas, algas y cianobacterias potencialmente tóxicas [4]. La eutrofización puede también conducir a pérdidas de biodiversidad, reducción de la transparencia del agua, olor, espuma, limitación de oxígeno en la columna de agua y floraciones [5; 4].

Las floraciones son el aumento abrupto de una o pocas especies en relación a su biomasa inicial [6;7]. La ocurrencia de floraciones de cianobacterias tóxicas es la situación más extrema y preocupante de la eutrofización, afectando la calidad del agua, la biota y los usos del agua [8]. Las floraciones de cianobacterias pueden verse a simple vista por la coloración verde del agua y su acumulación en superficie [9]. Es fundamental identificar las causas y los mecanismos asociados

a la pérdida de calidad de agua y la formación de floraciones. Este objetivo puede beneficiarse complementando el conocimiento técnico-académico con el conocimiento tradicional o popular. El conocimiento popular es parte de una construcción vivencial que deriva de las experiencias y observación del lugar de quienes hacen uso de los ecosistemas acuáticos. Este aporta información clave y asegura la generación de medidas de gestión más adecuadas a la realidad local. La Laguna Castillos (LC) es una laguna costera de gran relevancia económica, social y para la conservación. Este ecosistema no cuenta con un plan de manejo y recientemente ha presentado floraciones de cianobacterias [10]. Estas podrían estar asociadas a las actividades humanas y productivas que se desarrollan en su cuenca. En este marco, el objetivo del presente trabajo es generar información para contribuir a la gestión de la calidad del agua en la Cuenca de la LC y a estrategias que preserven los ecosistemas presentes, los servicios ecosistémicos y su biodiversidad.

## 2 MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Área de estudio

La cuenca de LC (126.502 has) se ubica al sureste de Rocha a 10 kilómetros del océano Atlántico, comunicada por el arroyo Valizas (Figura 1). Recibe aportes de seis arroyos (Castillos, Chafalote, de las Piedritas, del Consejo, Sarandí y Don Carlos) y varias cañadas. La cuenca presenta humedales permanentes y semi-permanentes [11].

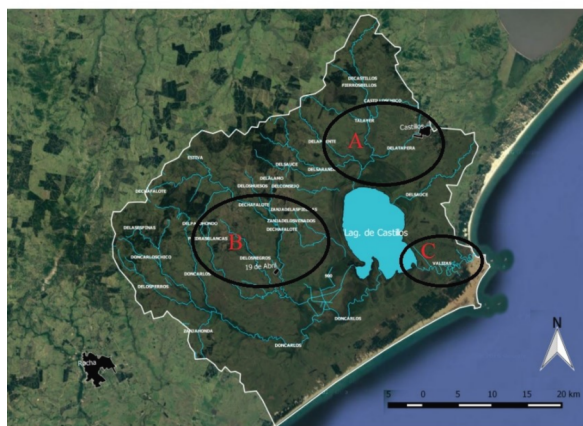


Figura 1: Ubicación de la cuenca de la Laguna de Castillos y sus afluentes en el departamento de Rocha, Uruguay. Se muestran las distintas zonas identificadas en el taller participativo. A) Zona de la cañada la Tapera, deriva de la ciudad de Castillos, desagua sin tratamiento; B) zona con afluentes y humedales adyacentes a la laguna, cercanías de 19 de Abril y C) zona con fuerte presión por pescadores artesanales y deportivos.

### 2.2 Revisión bibliográfica, Entrevistas y Taller participativo

La revisión incluyó un búsqueda exhaustiva de investigación realizada sobre usos y manejo del suelo y actividades en la cuenca así como eutrofización y cianobacterias utilizando Google académico <https://scholar.google.es/> y los términos laguna Castillos, usos de suelo, eutrofización y cianobacterias. A partir de la información recabada se elaboraron 28 entrevistas semi-estructuradas a productores y técnicos vinculados al área de influencia de la LC, personal de instituciones

gubernamentales y entes autónomos con competencia en el área o en el problema abordado. Estos incluyeron biólogos, ingenieros agrónomos, ingeniero hidráulico, técnicos de OSE, guardaparques, guardavida, veterinarios y productores entre ellos, ganaderos y turísticos. Las entrevistas estuvieron destinadas a indagar sobre la relación entre los usos del suelo y prácticas agropecuarias y la calidad de agua.

El Taller fue realizado en la Sociedad Rural de la localidad de 19 de Abril y participaron 9 actores, productores agropecuarios y un técnico de la OSE. Se trabajó con técnicas participativas (lluvia de ideas y preguntas disparadoras) y se elaboró un mapa para ubicar la distribución de los diferentes actores y actividades productivas actuales e históricas, y su relación con la calidad del agua. Los actores identificaron las actividades y usos de suelo en la cuenca, estas se clasificaron por zona para su mejor visualización y análisis de amenazas, para facilitar la proyección de escenarios futuros con medidas de manejo (Figura 1).

### 2.3 Análisis de datos

Con el objetivo de comparar la percepción de los distintos actores sobre las actividades productivas y la calidad de agua se realizaron dos análisis de clasificación jerárquico utilizando una matriz de similitud, el algoritmo UPGMA y el índice Jaccard. Las variables utilizadas para describir a los actores fueron su opinión sobre los efectos de los distintos usos de suelo y prácticas agropecuarias en la calidad del agua y la formación de las floraciones algales. Las respuestas fueron categóricas (0, 1, 2, 3, 4). Para todos los cálculos estadístico se utilizó el software libre PAST (<https://www.portalprogramas.com/past/>).

## 3 RESULTADOS

En términos generales, los actores respondieron que el saneamiento seguido de la agricultura y el tambo son las actividades que más contribuyen a la pérdida de la calidad de agua (Figura 2A). Sin embargo, al evaluar su percepción sobre el efecto en las floraciones otras actividades fueron seleccionadas como más importantes incluyendo la ganadería, pesca y tambo (Figura 2B). Por otra parte, varios productores no pudieron responder sobre si en la cuenca LC se realizan o no algunas de las prácticas agropecuarias consultadas (siembra directa, lavado de equipos con agrotóxicos en los cursos de agua, agrotóxicos que por deriva terminan en los cursos de agua) en tanto los técnicos mayormente observaron que las practicas se realizaban frecuentemente (Figura 1C).

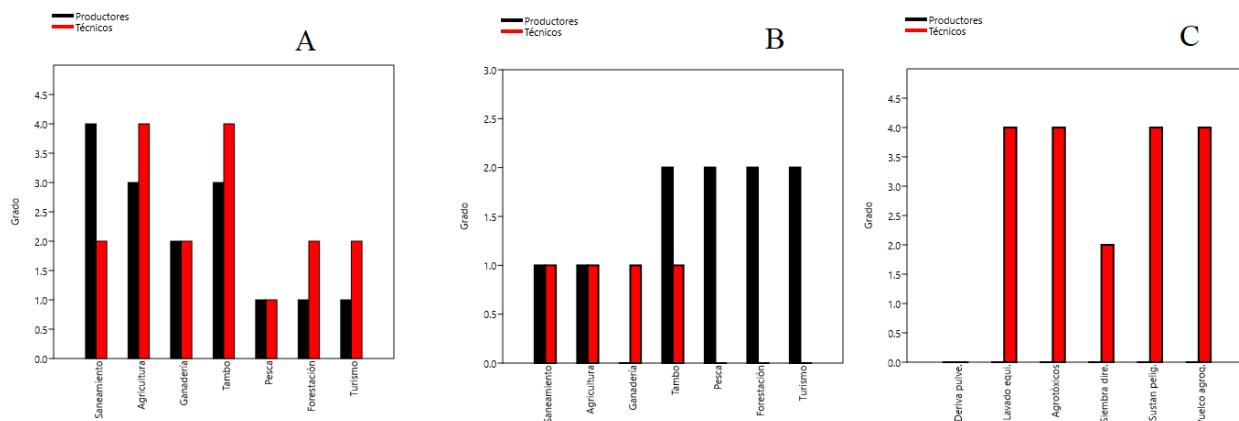


Figura 2.A) Percepción de los actores sobre el grado en que los usos del suelo contribuyen al deterioro de la calidad del agua. Grado: 0- no conoce, 1-nulo, 2-bajo, 3-medio, 4-alto. B) Percepción de los actores sobre el grado en que los usos del suelo contribuyen con el desarrollo de cianobacterias en la LC. Grado: 0- no conoce, 1- ausencia y 2- presencia. C) Prácticas agropecuarias según el grado de contribución al deterioro del agua. Grado: 0-no sabe, 1- nunca, 2- una vez, 3- varias veces y 4- siempre. Los gráficos muestran el valor de la moda.

El análisis de agrupamiento para los actores en función de la contribución de uso del suelo sobre las floraciones de cianobacterias, muestra heterogeneidad en los resultados. Indicando que no hay consenso en las opiniones sobre este tema(Figura 3A). Para el agrupamiento de los productores y técnicos en función de qué grado las prácticas agropecuarias contribuyen a la pérdida de calidad del agua, se distingue claramente un grupo formado por técnicos que mencionan que se realizan siempre todas las prácticas agropecuarias consultadas, mientras que el resto presenta respuestas más heterogéneas (Figura 3B).

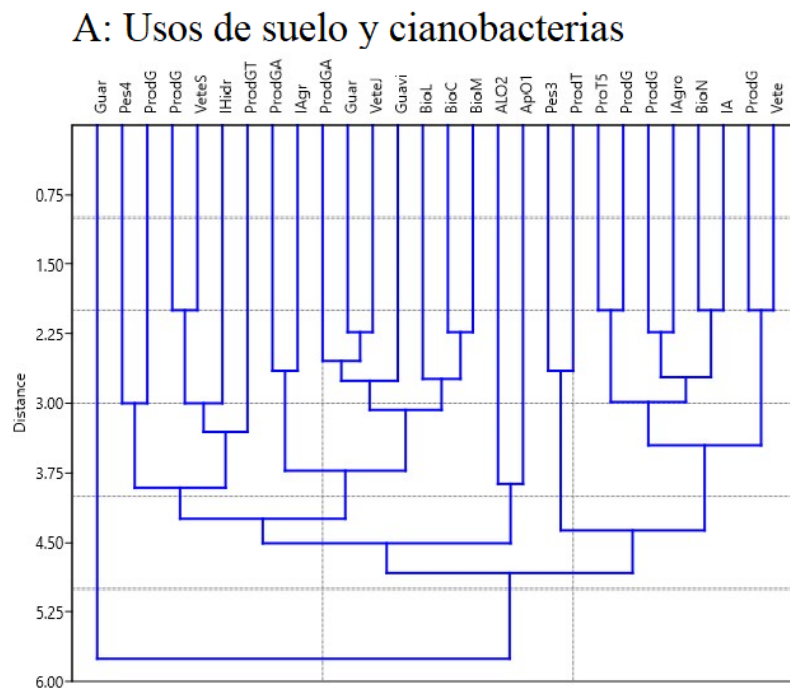


Figura 3.: Dendogramas que agrupan actores de la Laguna Castillos de acuerdo a sus opiniones sobre A) relación entre usos del suelo y efectos en el desarrollo de cianobacterias. En la abscisa se encuentran los actores y en la ordenada el índice de similitud Jaccard. Actores: productores agropecuarios: Prod. veterinarios: Vet. pescadores: Pes. biólogos: Bio. guardaparque: Guar. guardavidas: Guavi, ingeniero hidráulico: Ihidr., ingeniero agrónomo: IAgro., técnicos OSE: ALO y ApO.

En el taller realizado con los técnicos y productores se analizaron las amenazas principales sobre la calidad de agua en la LC y se delimitaron las áreas afectadas en la cuenca de la laguna. Se identificaron tres zonas y los usos de suelos asociados (A: saneamiento, B: ganadería y C: pesca) (Figura 1).



## 4DISCUSIÓN

### 4.1 *Percepción sobre la relación entre usos de suelo, actividad agropecuaria y calidad de agua*

Se observó que los usos de suelo identificados por productores y técnicos, como contribuyentes al deterioro de la calidad de agua y eutrofización en LC concordaban con los resultados de trabajos realizados para lagunas costeras uruguayas [12;13]. La agricultura fue identificada como el uso de suelo que más contribuye con el deterioro del agua junto con la falta de saneamiento eficiente, menos transitado en la literatura como principal causa de la eutrofización. Sin embargo, se encontró variabilidad en la percepción entre los actores sobre las actividades que se realizan en la cuenca y su relación con la calidad de agua de la laguna, especialmente cuando se consultó sobre la relación de los usos del suelo con la ocurrencia de floraciones. Los productores y pescadores presentaban conocimientos del deterioro de la calidad de agua por ciertos usos del suelo, sin embargo al relacionar usos del suelo con floraciones mencionan usos de suelo distintos aquellos que identificaron como factores que deterioran la calidad del agua. La percepción de los técnicos fue similar con los productores y pescadores que además aportaron datos informales e informes con resultados de la LC [14]. La variación en la percepción de los técnicos estuvo asociada a las diferencias en su lugar de residencia y trabajo, incluyendo técnicos residentes, técnicos no residentes, y técnicos productores (Figura 2A). La falta de concordancia en este sentido, podría estar asociada a la falta de conocimiento de las floraciones de cianobacterias, qué son y cual es su relación con la eutrofización. La relevancia de los humedales, como forma de retención de nutrientes [15;16] y la dinámica dentro del espejo de agua y con el efluente “Arroyo Valizas” serán elementos claves a considerar en futuros análisis. Los técnicos y algunos productores hicieron referencia a los efectos de las cianobacterias en la salud humana y/o animal citando eventos ocurridos como mortandad de peces. Varios estudios a nivel mundial muestran que las cianotoxinas pueden persistir en la cadena trófica acuática, a través de la acumulación en los peces [17].

#### 4.1.1 *Prácticas agropecuarias y calidad de agua*

Se obtuvo suficiente información por parte de los técnicos sobre cuáles prácticas realizadas en el área de estudio consideraban afectarían el funcionamiento ecosistémico favoreciendo la pérdida de calidad de agua. Estas incluyeron por ejemplo el uso de agroquímicos y las modificaciones físicas tales como canalizaciones o tala de bosque nativo, y otras actividades asociadas con la pesca. El resto de los actores tuvieron respuestas variadas lo que no permitió formación de grupos claros al respecto, observándose contradicciones respecto de cuáles serían las mejores prácticas de manejo para los diferentes usos de suelo que llevan a cabo en sus predios. Se podría decir que hay cierto desconocimiento por parte de algunos de los productores sobre alternativas a las prácticas realizadas, buenas prácticas, causas y consecuencia del uso de agrotóxicos en la agricultura (sólo cuentan con la información en el etiquetado). Como aspecto positivo se encontró que los productores reconocen el escaso nivel de información y están abiertos a diálogos en instancias participativas sobre diferentes usos, prácticas y sugerencias para no impactar en la calidad del agua.

#### 4.2 *Aplicación a la gestión*

La zonificación interna de la cuenca constituye un instrumento clave para la gestión. Un buen manejo de las zonas antes mencionadas podría contribuir a una mejor calidad de agua. El trabajo de reconocimiento de los usos de suelo, así como su ubicación en el mapa de la cuenca, coincidió con mapas construidos en sistemas de información geográfica a partir de amenazas identificadas con la calidad del agua [13]. Esto confirma la validez de estas herramientas participativas con actores locales para mapear e identificar las zonas que reciben mayor presión. Los resultados podrían haber sido afectados por la composición de actores que participaron del taller por lo que se

propone realizar nuevos talleres más amplios así como también instancias de difusión de los resultados.

## 5 AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los productores y técnicos de la Laguna Castillos que aportaron datos para realizar este trabajo, a Danilo Redín por la colaboración de contactarlos. A la Asociación Rural de 19 de Abril por prestarnos su local para la realización del taller.

## 6 REFERENCIAS

- [1] Achkar, M; Cayssials, R; Domínguez, A; Pesce, F. 2004. Hacia un Uruguay Sustentable: Gestión *Integrada de Cuencas Hidrográficas*. Programa Uruguay Sustentable.
- [9] Bonilla, S; Aubriot, L 2009. Parte I – Generalidades Cap. 1 - Biología, Floraciones Y Distribución De Las Cianobacterias. Citado en: Bonilla, S., (2009). Cianobacterias planctónicas del Uruguay. Manual para la identificación y medidas de monitoreo., Ed. UNESCO, Documento técnico del PHI No 16, Montevideo, pp 1-4.
- [3] Cardona A, Omar D.1993 Evaluación de la Amenaza, la Vulnerabilidad y el Riesgo: elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo. En los desastres no son Naturales Maskrey Andrew . Bogotá:Ediciones Tercer Mundo.
- [12] Conde, D; Arocena R & L Rodríguez-Gallego (2002) Recursos acuáticos superficiales de Uruguay: ambientes algunas problemáticas y desafíos para la gestión (I y II) AMBIOS III(10):5-9 y IV(11):32-33 .
- [6] Chorus I., Bartram J. (1999). Toxic cyanobacteria in water. A guide to their public health consequences, monitoring and management. Chapman & Hall, Londres, pp. 416.
- [5] Estévez, F 1988, Fundamentos de la limnología. Segunda edición Río Janeiro: intercienca.
- [10] Fabre, A; Martínez, A; Bonilla, S. 2014. Informe Técnico: *Floraciones de Cianobacterias en Laguna de Castillos (2010-2014)*, FC, DINARA y GEFF, CSIC.
- [2] FAO (2007). Marco político e institucional Más vale prevenir que lamentar Las cuencas y la gestión del riesgo a los desastres naturales en Guatemala. Guatemala.
- [11] Fernández Larrosa, G. (2011). Evolución del Arroyo Valizas: Período 1943-2006. Laguna de Castillos, Rocha, Uruguay. UdelaR – Fcien.
- [14] Gambarotta J.C. A. Saralegui & E. González 1999. Vertebrados tetrápodos del Refugio de Fauna Laguna de Castillos, Departamento de Rocha. Relevamientos de biodiversidad. Vida silvestre, RENARE, MNHN.
- [8] Kruk, C; Segura, A; Nogueira, L; Carballo, C; Martínez de la Escalera, G; Calliari, D; Ferrari, G; Simoens, M; Cea, J; Alcántara, I; Vico, P; Miguez, D; Piccini, C; 2015. Herramientas para el monitoreo y sistema de alerta de floraciones de cianobacterias nocivas: Río Uruguay y Río de la Plata. INNOTEC , 10 (23 - 39) - ISSN 1688-3691 – 23.
- [16] Nin, M., , Lanza D, & Bresso, A. (2010). Diagnóstico del área prioritaria Laguna de castillos y palmar de Laguna Negra.: Conservando la biodiversidad. Vida Silvestre Uruguay.
- [17] Preece, E, P; Hardy, F, J; Moore, B, C; Bryan, M. 2017. A review microcystin detection in Estuarine and Marine waters: Environmental implications and human health risk. Harmful Algae 61,31-45. [14] Reynolds, C.S., 2006. Ecology of phytoplankton. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN: 9780521605199.
- [7] Reynolds C. 2006. Ecology of Phytoplankton, Cambridge University Press, Cambridge.
- [13] Rodríguez-Gallego, L. (2010). Eutrofización de las lagunas costeras de Uruguay: impacto y optimización de los usos del suelo. Tesis PhD Ciencias Biológicas. Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.
- [4] Rosso, L & Giannuzzi, L 2017. Cianobacterias como determinantes ambientales de la salud. Cap 5: Factores ambientales y antropogénicos que afectan la formación de floraciones de cianobacterias y cianotoxinas. Universidad Nacional de la Plata p 79-93.
- [15] Vymazal, J., Brix, H., Cooper, P.F., Green, M.B., Haberl, R. (Eds.), 1998a. Constructed Wetlands for Wastewater Treatment in Europe. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.