

# AGUA DEL SIGLO XXI Y LOS DESAFÍOS QUE ENFRENTA URUGUAY



**LimnoUy**  
ASOCIACIÓN DE LIMNOLOGÍA DEL URUGUAY

## Intensificación agraria y recursos hídricos en Uruguay

Dr. Ismael Díaz



**Geografía IECA**  
Facultad de Ciencias - Udelar



FACULTAD DE  
**CIENCIAS**  
UDELAR | [fcien.edu.uy](http://fcien.edu.uy)



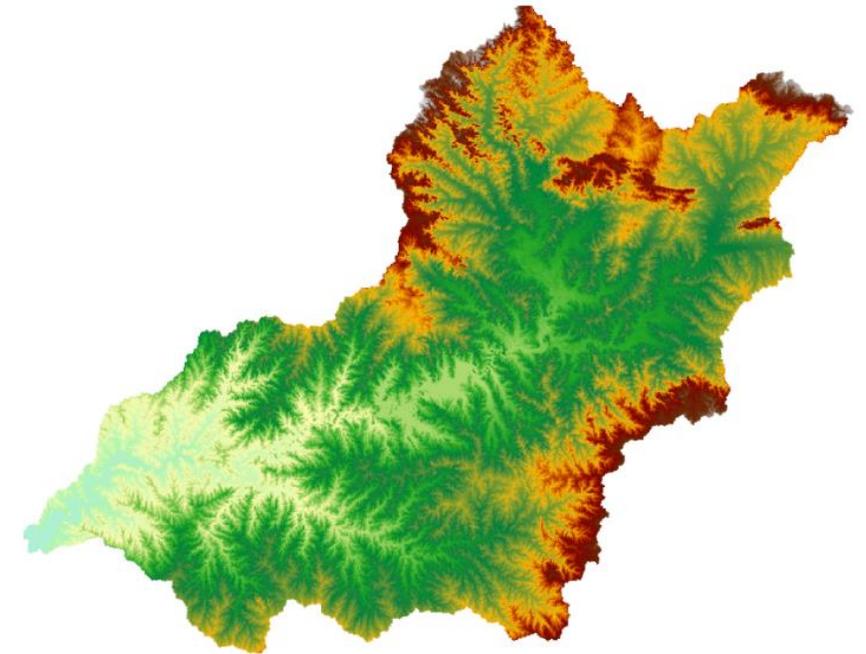
UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY

Desde hace algunas décadas es reconocida su potencialidad para el abordaje de procesos ambientales.

La cuenca es una unidad espacial definida objetivamente y que actúa como un operador sistémico.

Progresivo crecimiento de los abordajes de calidad de agua.

Actualmente predominan los abordajes que consideran que las variables respuesta se encuentran en función de las características geofísicas y climáticas de la cuenca y de la cobertura y usos del suelo.



# Necesidad de nuevos abordajes

Evidencia robusta de los factores (y sus pesos), que determinan alteraciones en los sistemas hidrológicos.

Problemas ambientales severos en todos los contextos geográficos.

Necesidad de conocimiento.

Necesidad de nuevos abordajes.

Necesidad de generación de información espacial.

Integración geotecnologías y modelación.



# Modelos

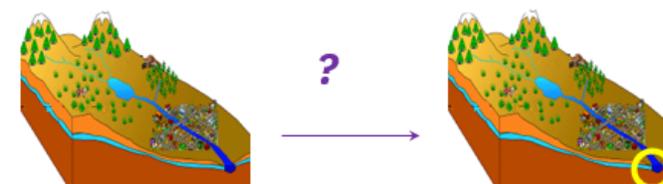
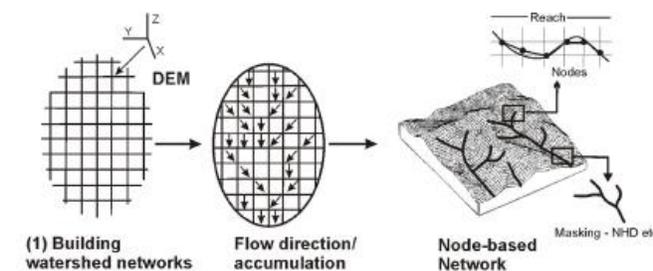
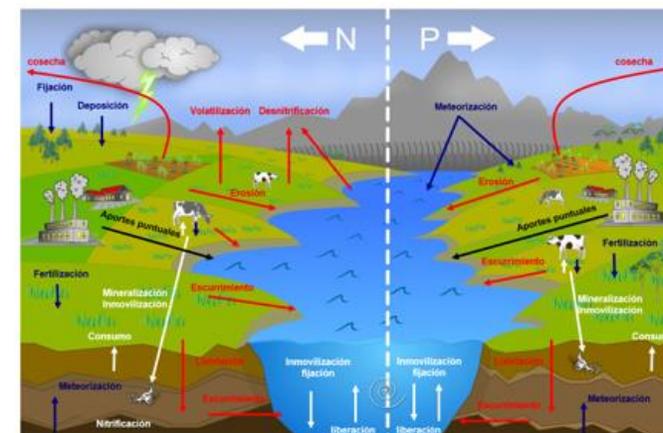
Las mejoras en el monitoreo en términos de cantidad, frecuencia, variables, sistemas automáticos, etc. han permitido el desarrollo de modelos sofisticados de calidad del agua.

Por ejemplo: QUAL2E, SWAT, ARMF, HSPF, MIKE-SHE.

Y numerosos modelos empíricos.

Gran importancia de las actividades antrópicas, principalmente la intensidad del uso del suelo.

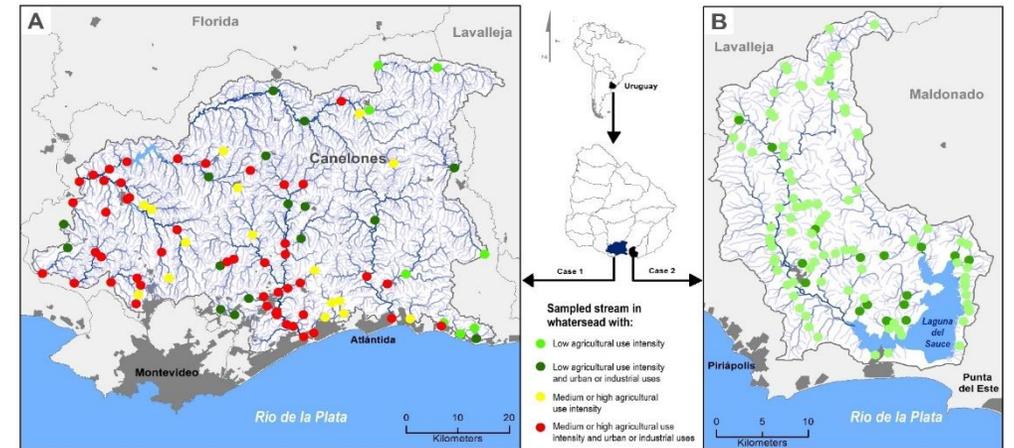
Numerosos antecedentes en Uruguay



Article

## Empirical Modeling of Stream Nutrients for Countries without Robust Water Quality Monitoring Systems

Ismael Díaz <sup>1,\*</sup>, Paula Levrini <sup>2</sup>, Marcel Achkar <sup>1</sup>, Carolina Crisci <sup>3</sup>, Camila Fernández Nion <sup>1</sup>, Guillermo Goyenola <sup>2</sup> and Néstor Mazzeo <sup>2,4</sup>



Contents lists available at ScienceDirect

Environmental Science and Policy

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/envsci](http://www.elsevier.com/locate/envsci)



Inter and transdisciplinarity strategies for evaluating and improving water quality monitoring systems: Uruguay as a study case

Néstor Mazzeo <sup>a,b</sup>, Ana Lía Ciganda <sup>a,c</sup>, Camila Fernández Nion <sup>d</sup>, Francisco J. Peñas <sup>e</sup>, Alexia María González-Ferreras <sup>e</sup>, Carolina Crisci <sup>f</sup>, Cristina Zurbriggen <sup>b,g</sup>, Daniel Pérez <sup>b,h</sup>, José Barquín <sup>e</sup>, Ismael Díaz <sup>d,\*</sup>

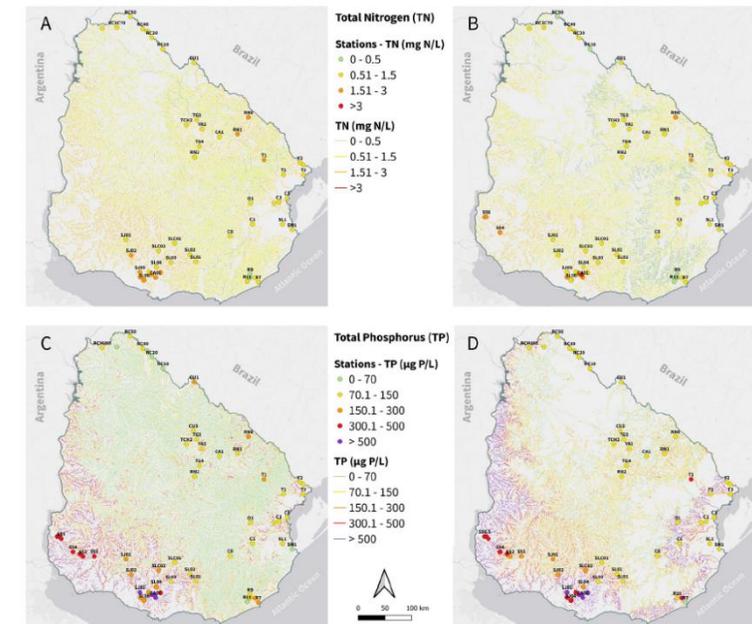
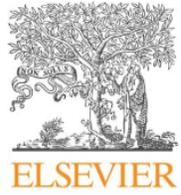


Fig. 3. Predictions of TN in winter (A) and summer (B), and TP in winter (C) and summer (D), using GAM modeling for the segments belonging to the interpolation range. Units: mg/L = concentration of total nitrogen in milligrams per liter; µg/L = concentration of total phosphorus in micrograms per liter.

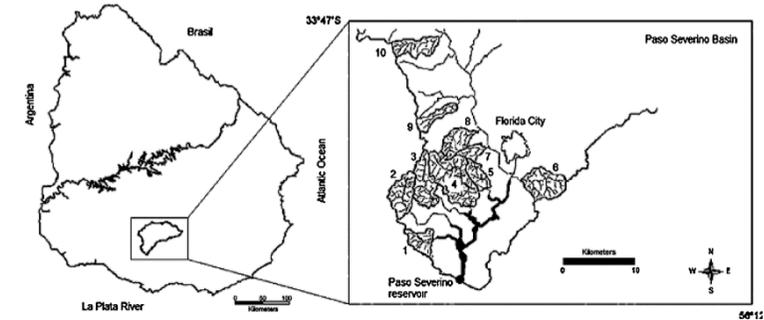
# Algunos antecedentes nacionales



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

## Limnologia

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/limno](http://www.elsevier.com/locate/limno)



## Weighting the impacts to stream water quality in small basins devoted to forage crops, dairy and beef cow production

Guillermo Chalar<sup>a,b,\*</sup>, Patricia Garcia-Pesenti<sup>a</sup>, Macarena Silva-Pablo<sup>a</sup>, Carlos Perdomo<sup>b,c</sup>, Vanesa Olivero<sup>a</sup>, Rafael Arocena<sup>a</sup>

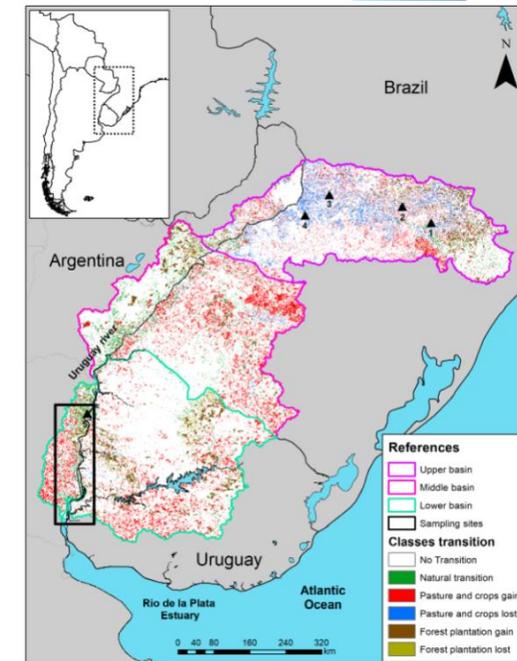
DOI: 10.1111/gcb.16587

RESEARCH ARTICLE



## Rise of toxic cyanobacterial blooms is promoted by agricultural intensification in the basin of a large subtropical river of South America

Carla Kruk<sup>1,2,3</sup> | Angel Segura<sup>2</sup> | Gervasio Piñeiro<sup>4,5</sup> | Pablo Baldassini<sup>4,6</sup> |  
Laura Pérez-Becoña<sup>7</sup> | Felipe García-Rodríguez<sup>3,7,8</sup> | Gonzalo Perera<sup>2</sup> | Claudia Piccini<sup>3</sup>

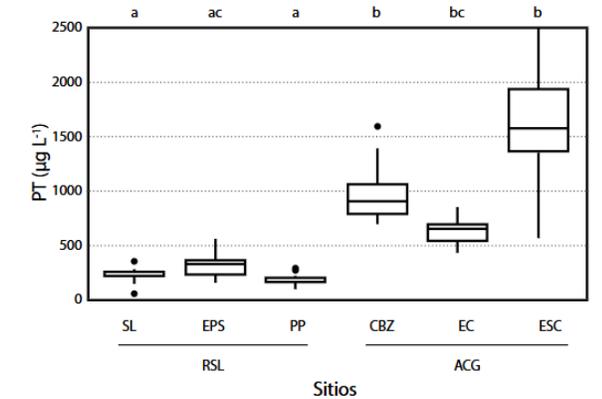
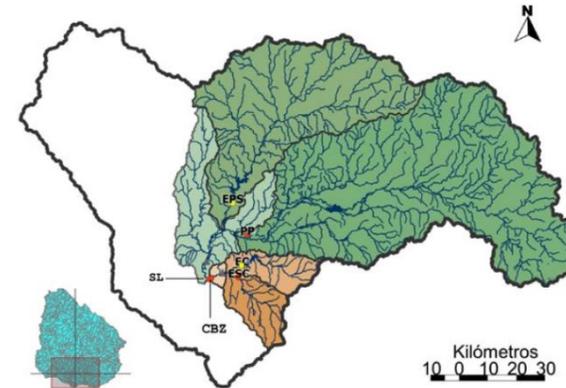


# Algunos antecedentes nacionales

## Evolución de la eutrofización en el Río Santa Lucía: influencia de la intensificación productiva y perspectivas

Evolution of eutrophication in Santa Lucía river: influence of land use intensification and perspectives

Aubriot, Luis (1); Delbene, Lucía (1); Haakonsson, Signe (1); Somma, Andrea (1); Hirsch, Federica (1); Bonilla, Sylvia (1)  
(1) Grupo de Fisiología y Ecología de Fitoplancton, Sección Limnología, Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.



## Producción, nutrientes, eutrofización y cianobacterias en Uruguay: armando el rompecabezas

Production, nutrients, eutrophication and cyanobacteria blooms in Uruguay: putting puzzle pieces together

Produção, nutrientes, eutrofização e cianobactérias no Uruguai: montando o quebra-cabeça

Guillermo Goyenola <sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7688-5341>

Carla Kruk <sup>2,3</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0760-1186>

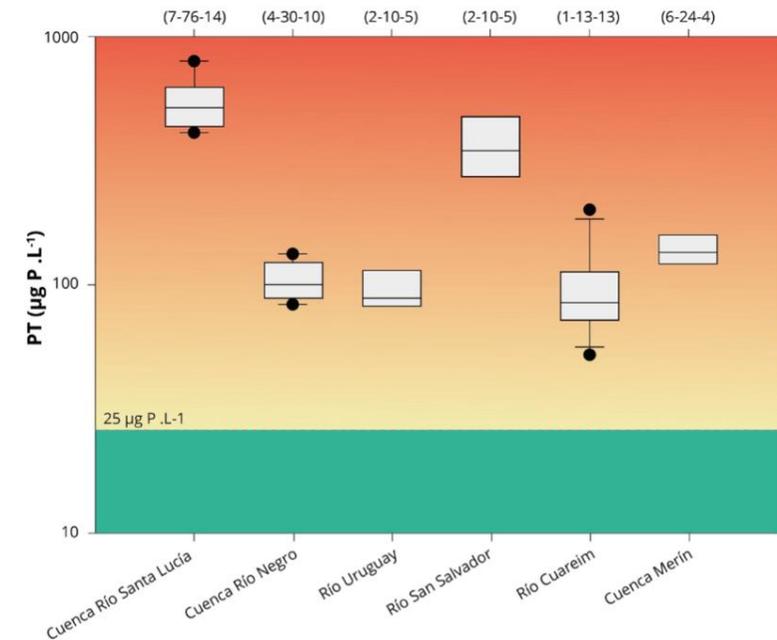
Néstor Mazzeo <sup>1,4</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3090-2617>

Alejandro Nario <sup>5</sup> <https://orcid.org/0000-0002-7081-4662>

Carlos Perdomo <sup>6</sup> <https://orcid.org/0000-0002-9770-4260>

Claudia Piccini <sup>7</sup> <https://orcid.org/0000-0002-2762-1953>

Mariana Meerhoff <sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6482-1332>



# Algunos antecedentes nacionales



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)

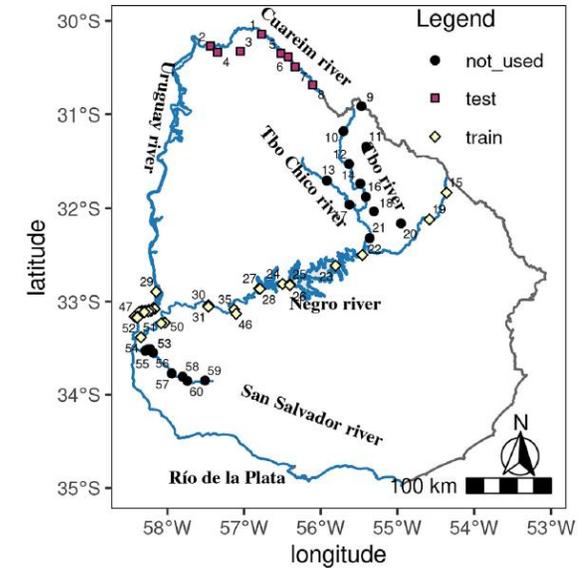


Discussion

A reply to “Relevant factors in the eutrophication of the Uruguay River and the Río Negro”



I. Alcántara<sup>a</sup>, A. Somma<sup>b,c</sup>, G. Chalar<sup>d</sup>, A. Fabre<sup>e</sup>, A. Segura<sup>f</sup>, M. Achkar<sup>g</sup>, R. Arocena<sup>d</sup>, L. Aubriot<sup>d</sup>, C. Baladán<sup>h</sup>, M. Barrios<sup>h</sup>, S. Bonilla<sup>d</sup>, M. Burwood<sup>h</sup>, D.L. Calliari<sup>i</sup>, C. Calvo<sup>h</sup>, L. Capurro<sup>d</sup>, C. Carballo<sup>d</sup>, C. Céspedes-Payret<sup>j</sup>, D. Conde<sup>d</sup>, N. Corrales<sup>d</sup>, B. Cremella<sup>k</sup>, C. Crisci<sup>f</sup>, J. Cuevas<sup>d</sup>, S. De Giacomi<sup>d</sup>, L. De León<sup>l</sup>, L. Delbene<sup>d</sup>, I. Díaz<sup>g</sup>, V. Fleitas<sup>h</sup>, I. González-Bergonzoni<sup>b</sup>, L. González-Madina<sup>h,c</sup>, M. González-Piana<sup>d</sup>, G. Goyenola<sup>h</sup>, O. Gutiérrez<sup>j</sup>, S. Haakonsson<sup>d</sup>, C. Iglesias<sup>h</sup>, C. Kruk<sup>d,f</sup>, G. Lacerot<sup>m</sup>, J. Langone<sup>c</sup>, F. Lepillanca<sup>n</sup>, C. Lucas<sup>b</sup>, F. Martigani<sup>o</sup>, G. Martínez de la Escalera<sup>n</sup>, M. Meerhoff<sup>h,p</sup>, L. Nogueira<sup>c</sup>, H. Olano<sup>d</sup>, J.P. Pacheco<sup>h</sup>, D. Panario<sup>j</sup>, C. Piccini<sup>n</sup>, F. Quintans<sup>d</sup>, F. Teixeira de Mello<sup>h</sup>, L. Terradas<sup>j</sup>, G. Tesitore<sup>h</sup>, L. Vidal<sup>o</sup>, F. García-Rodríguez<sup>q,r,\*</sup>



Numerosos antecedentes analizando impactos en especies, diversidad, etc.

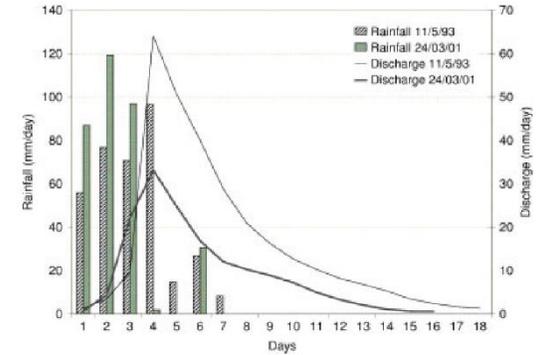
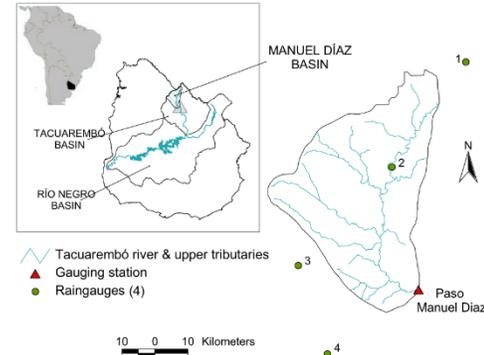
Más recientemente analizando plaguicidas, mejorando los monitoreos y avanzando en el modelado.

## Hydrological Processes

Research Article

### Runoff modifications due to the conversion of natural grasslands to forests in a large basin in Uruguay

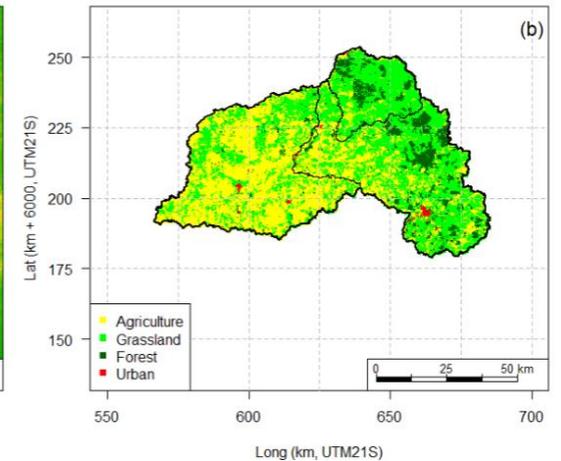
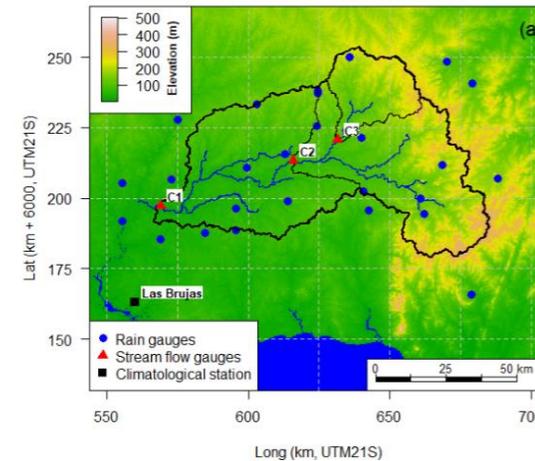
Luis Silveira  Jimena Alonso



Article

### Identifying Climate and Human Impact Trends in Streamflow: A Case Study in Uruguay

Rafael Navas <sup>1</sup>, Jimena Alonso <sup>2</sup>, Angela Gorgoglione <sup>2</sup> and R. Willem Vervoort <sup>3,\*</sup>



Los cambios en los usos del suelo han sido los desencadenantes de impactos severos en los sistemas lóticos y lénticos:

Cambios en el ciclo hidrológico

Erosión de suelos

Aportes de nutrientes

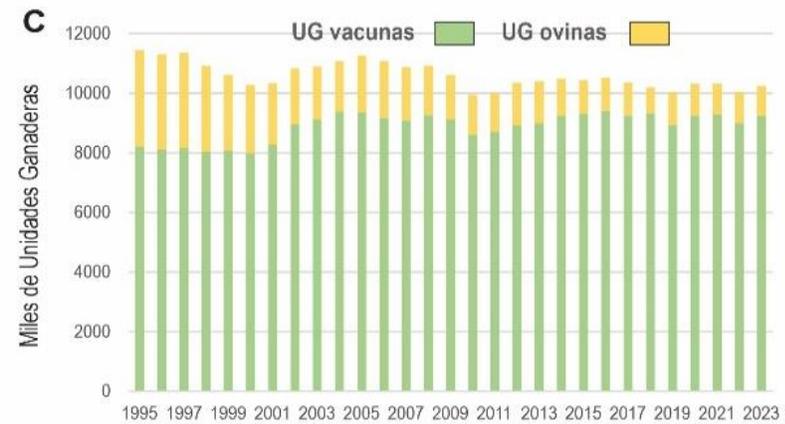
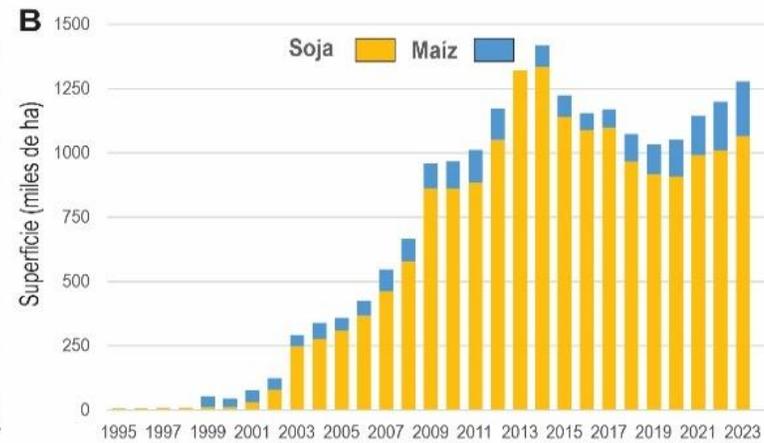
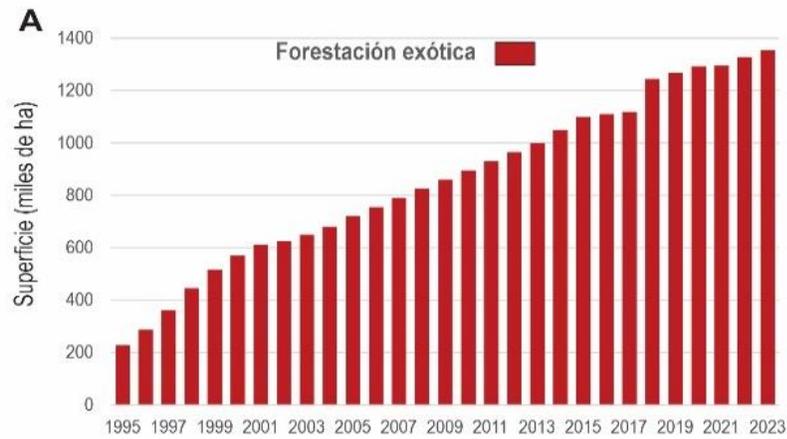
Aportes de sedimentos

Aportes de contaminantes



# Intensificación agraria en Uruguay

Desde finales del siglo XX asistimos a un proceso sin precedentes por su velocidad y por su magnitud, actores, impactos, etc.



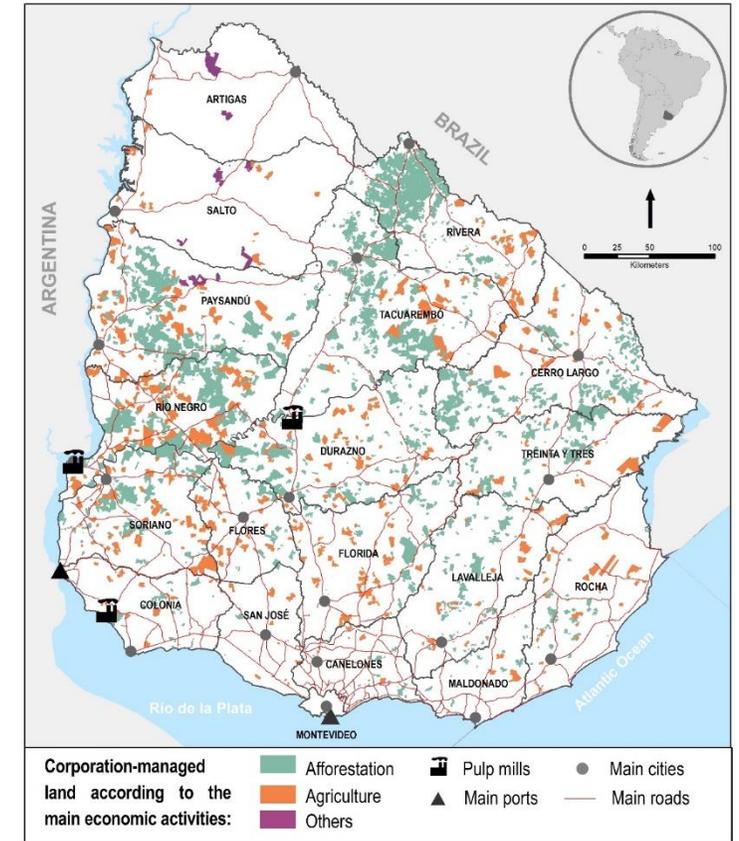
# Intensificación agraria en Uruguay

Escenario con grandes incertidumbres y desafíos, debido al aumento de la presión en los sistemas ambientales.

Es una transformación territorial que cambia también los agentes territoriales, el poder, los proyectos políticos, el relacionamiento con la naturaleza, etc.

Evidencia de que las transformaciones se están retroalimentando.

Escenario aún más complejo, donde la apropiación y el aprovechamiento desigual del agua cobran importancia.



Distribución espacial de las Sociedades Anónimas (S.A) en el territorio Uruguayo. Díaz y Sum (2024).

# Apropiación desigual del agua



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

World Development

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/worlddev](http://www.elsevier.com/locate/worlddev)



## Appropriation pathways of water grabbing

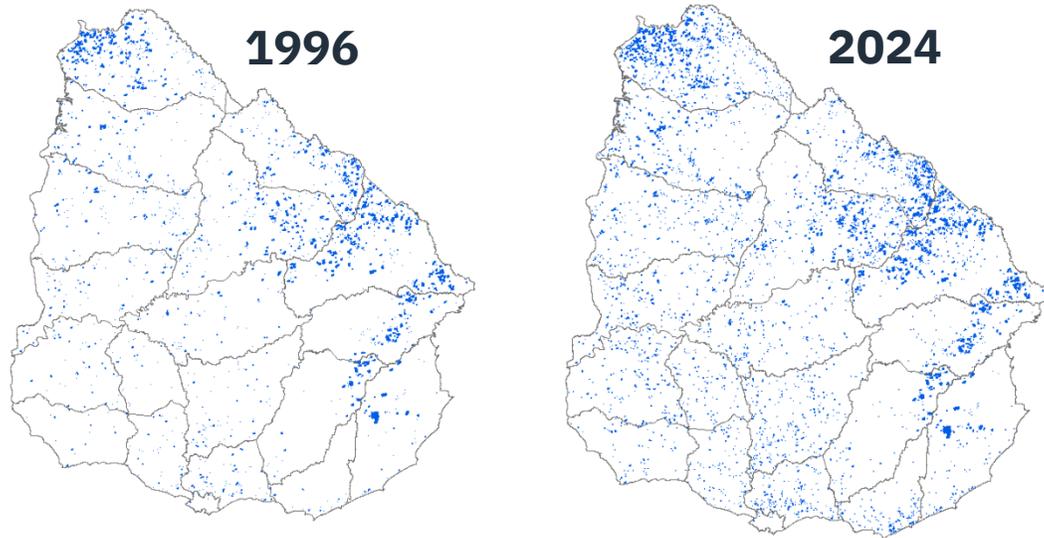
Paolo D'Odorico<sup>a,\*</sup>, Jampel Dell'Angelo<sup>b</sup>, Maria Cristina Rulli<sup>c</sup>

- i) Apropiación por adquisición de tierras
- ii) Apropiación por expansión de cultivos con mayor demanda de agua
- iii) Apropiación por expansión de plantaciones forestales
- iv) Apropiación por contaminación
- v) Apropiación por expansión de sistemas de riego más eficientes
- vi) Apropiación del agua virtual a través del comercio
- vii) Interacciones tierra-atmósfera
- viii) Apropiación mediante el control y oferta de la energía
- ix) Apropiación por adquisición de infraestructuras

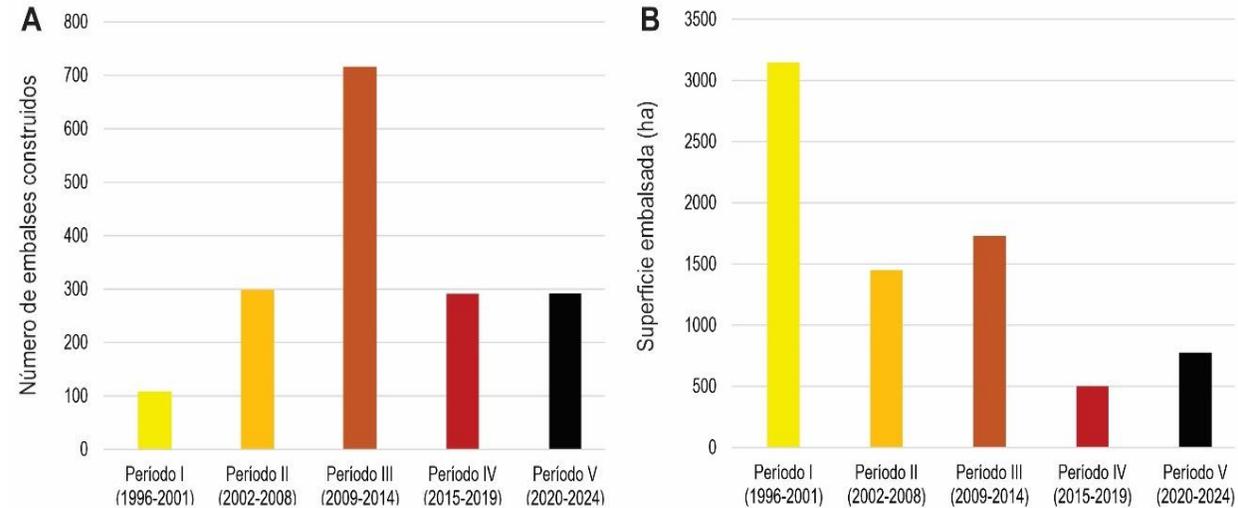


# Apropiación desigual del agua

## Evolución espacio temporal de embalses en Uruguay



**Entre 1996 y 2024, la cantidad de embalses >0,4ha aumenta un 500%, y la superficie embalsada un 80%.**



### Crecimiento en número y superficie en:

- zonas de agricultura industrial
- estructuras agrarias de predios grandes
- estructuras agrarias de alta intensidad
- alta presencia del agronegocio

**Frente a un escenario inminente de continuidad de los procesos de intensificación agraria e incremento de la superficie regada, surgen muchas interrogantes:**

¿en qué y cómo debemos avanzar en la generación de información y conocimiento?

¿cuáles son las estrategias a seguir para asegurar la sustentabilidad de los recursos hídricos?

¿es posible evitar los procesos de privatización y aprovechamiento desigual del agua?



# Muchas gracias

Ismael Díaz

[idadiaz@fcien.edu.uy](mailto:idadiaz@fcien.edu.uy)



**Geografía IECA**  
Facultad de Ciencias - Udelar



FACULTAD DE  
**CIENCIAS**  
UDELAR | [fcien.edu.uy](http://fcien.edu.uy)



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY