



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



FACULTAD DE
CIENCIAS

UDELAR | fcien.edu.uy



V

JORNADAS URUGUAYAS DE gvSIG

III

JORNADAS DE TECNOLOGÍAS LIBRES DE
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y DATOS ABIERTOS

Efectos de la cobertura/uso del suelo sobre los sistemas fluviales en subcuencas del Río Negro, Uruguay

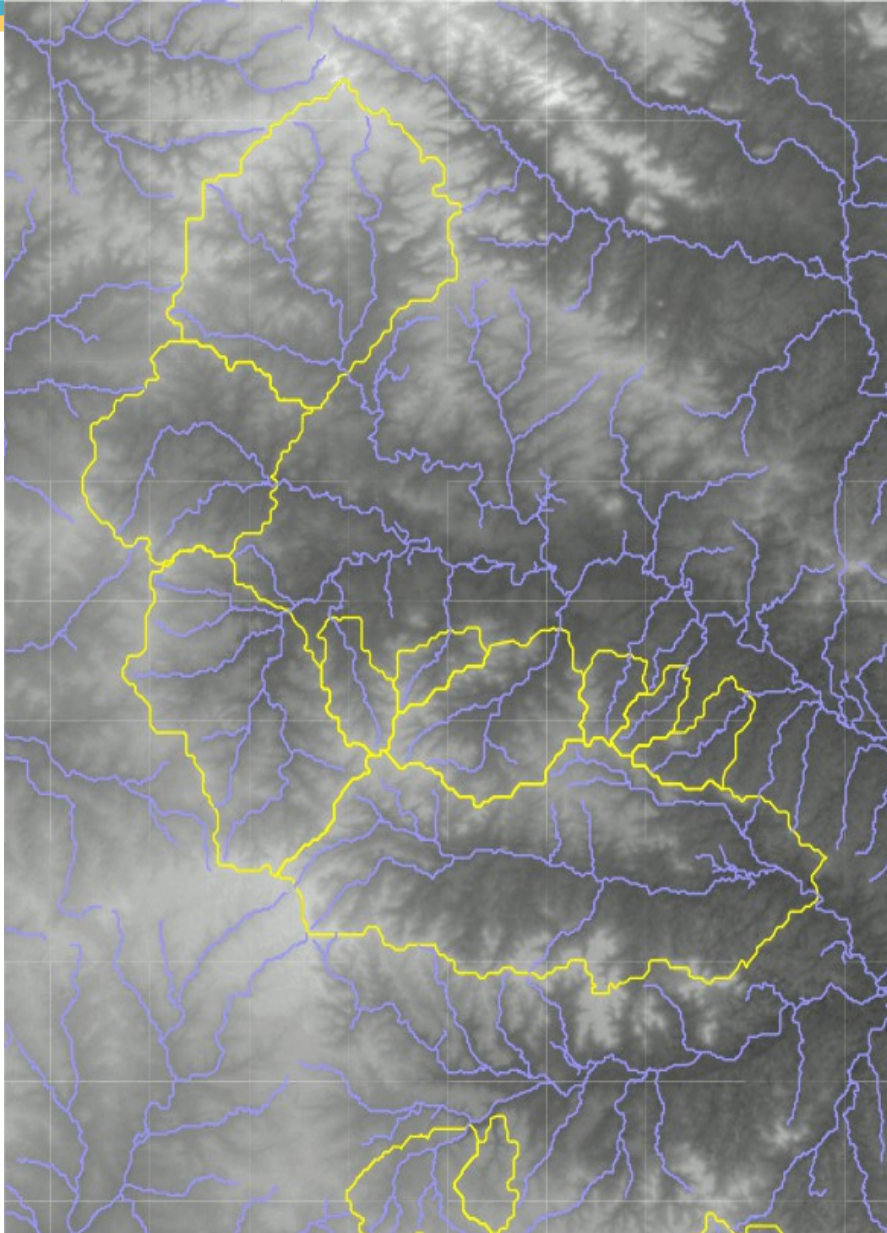
R. Arocena, G. Chalar, I. González, P. García- Pesenti, A. Piccardo, C. Piccini, T. Vernassa, P. Sandes, M. Castro

Patricia García- Pesenti

18 de octubre de 2018

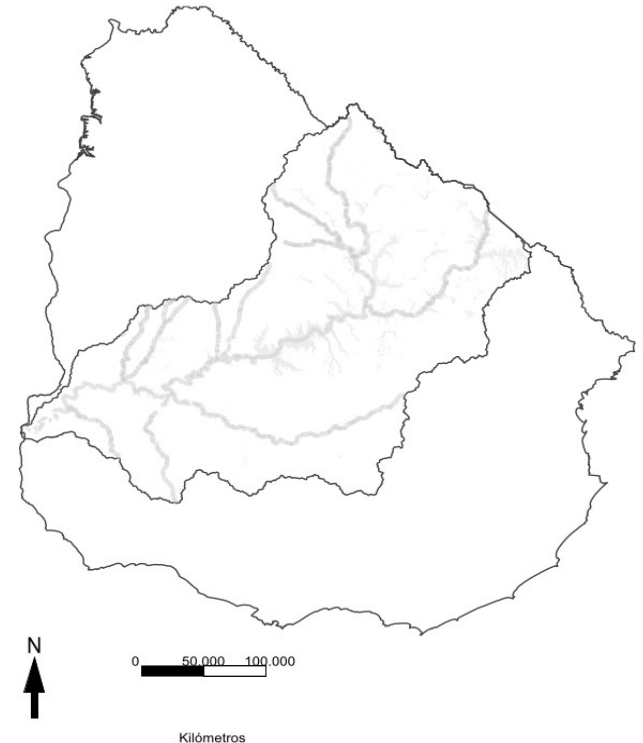
Introducción

- La ventaja de los SIG, se debe a la visualización y análisis de diferentes capas de información:
 - topografía, hidrografía, usos del suelo, etc.
- Permite realizar cálculos precisos de los parámetros físicos
- Los modelos digitales de elevación (MDT), constituyen una herramienta base para el análisis hidrológico.
- Las cuencas hidrológicas como unidades de manejo:
 - Determinar procesos en arroyos
 - Análisis espacial con SIG



Introducción

- Enfoque de subcuencas en Uruguay;
Importancia de factores geomorfológicos y de uso/cobertura de suelo.
- La calidad del agua e impactos del uso del suelo;
Mediante análisis fisicoquímicos y de las comunidades biológicas.
- Convenio MVOTMA (DINAMA) - UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA (Facultad de Ciencias):
EVALUACIÓN ECOLÓGICA DE CURSOS DE AGUA Y BIOMONITOREO DEL ALTO RÍO NEGRO Y RÍO TACUAREMBÓ



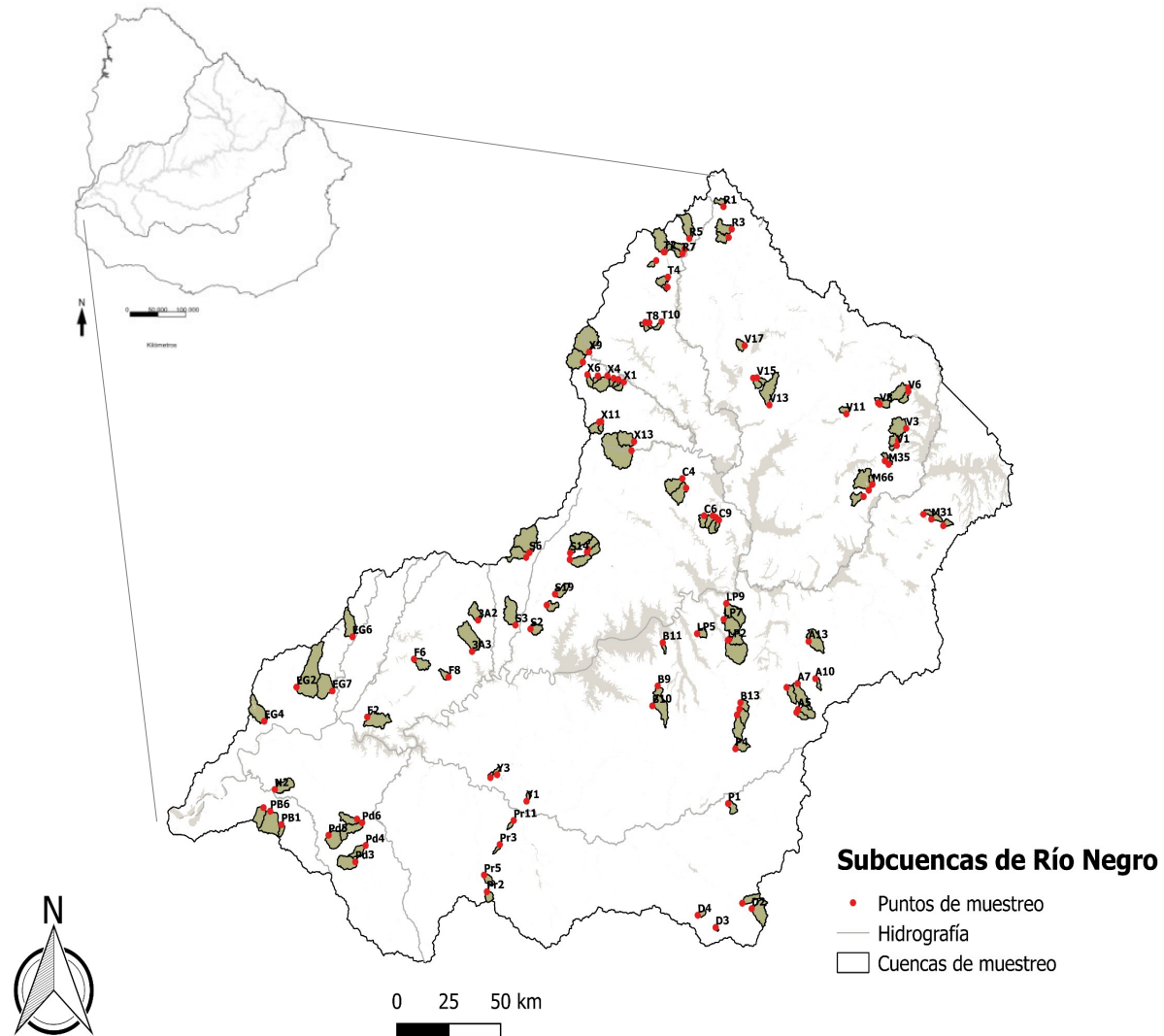
Introducción

Se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar la calidad del agua por métodos químicos, físicos y biológicos
- Identificar las cuencas hidrográficas y caracterizar las redes de drenaje
- Determinar la cobertura y uso del suelo
- Delimitar las Ecozonas en la cuenca del Río Negro
- Establecer la relación cobertura de uso de suelo/ propiedades geomorfológicas de las subcuencas
- Generar una metodología para un sistema de evaluación y biomonitoreo de la calidad ecológica de los arroyos vadeables del país

Metodología

- Se muestrearon 111 arroyos en estiaje entre abril de 2015 y noviembre de 2016, distribuidos en todas las ecorregiones de la cuenca y drenando diversas coberturas de uso del suelo.
- En cada arroyo se eligió un tramo representativo a más de 100 pasos arriba del camino y de 50 pasos de largo, donde se muestrearon tres transectas equidistantes.



Metodología

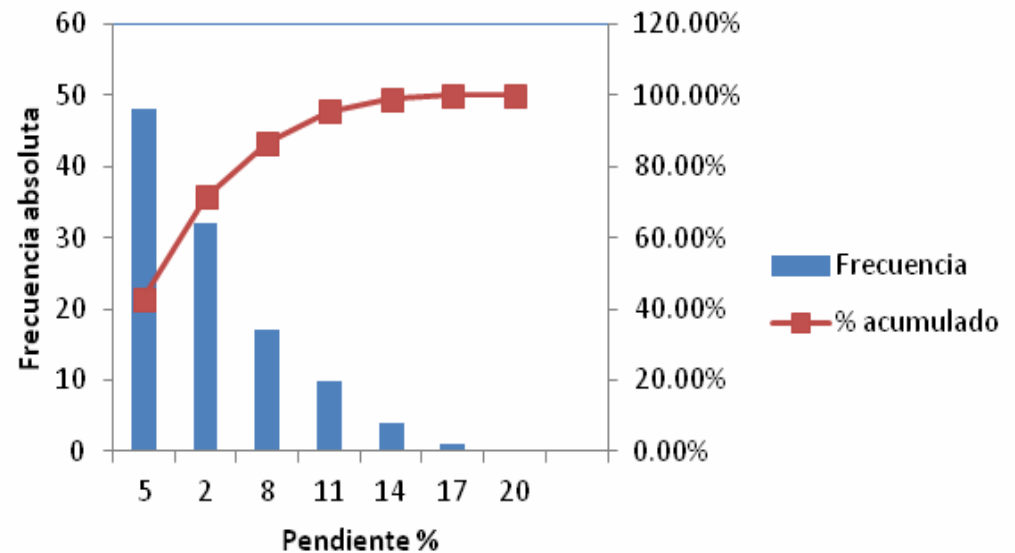
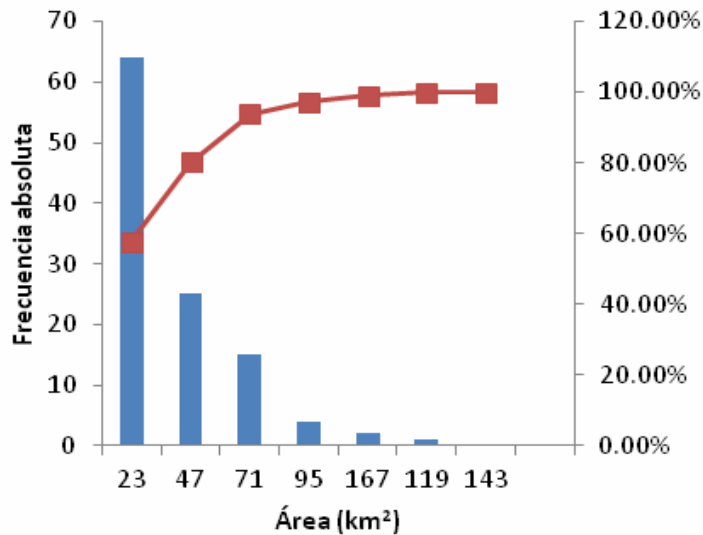
- Se utilizó MDT de ASTER . Se delimitaron las cuencas y realizó el análisis hidrológico con gvSIG y QGIS.
- La categorización de los usos de suelo se basó en la cobertura vectorial realizada por el MVOTMA (2018).
- Para la determinación de la pendiente fue utilizado el shape de curvas de nivel del SGM en formato vectorial separadas cada 10 metros.
- Se utilizó la clasificación por intervalos naturales o método de ruptura de Jenks.
- En el agrupamiento por componentes principales (PCA) se empleó una matriz de correlación y en el análisis de correspondencia (sin restricciones), se aplicó la distancia euclidiana al cuadrado y el método de agrupamiento de Ward).
- Para las diferencias significativas se utilizó el análisis no paramétrico de Kruscal- Wallis seguido por Mann- Whitney corregido por Bonferroni

Metodología

- El estudio de Brazeiro *et. al.* (2012) propone un esquema de regionalización que delimita 7 grandes eco- regiones. Estas eco-regiones, son: Cuenca sedimentaria del Oeste (CSO), Cuenca Sedimentaria Gondwánica (CSG), Cuesta Basáltica (CB), Escudo Cristalino (EC), Graven de la Laguna Merín, Graven de Santa Lucía y Sierras del Este.
- Determinación de variables fisicoquímicas: metodologías estandarizadas
 - Temperatura, conductividad, pH, concentración de oxígeno disuelto(OD) y turbidez
 - Sólidos suspendidos totales (SST) y materia orgánica (MO) Nitrógeno total (NT) y fósforo total (PT), fósforo reactivo soluble (PRS), nitratos (NO₃) y amonio (NH₄).
- Macroinvertebrados bentónicos (MI): red de arrastre (1000 µm)/ 3 minutos
- Peces: pesca eléctrica según metodologías estandarizadas

Resultados

Los órdenes según Strahler (1964) correspondieron en el 50% aprox. a arroyos vadeables de orden 1, el 36% de orden 2, el 14% orden 3 y una sola cuenca presento un orden de 4.



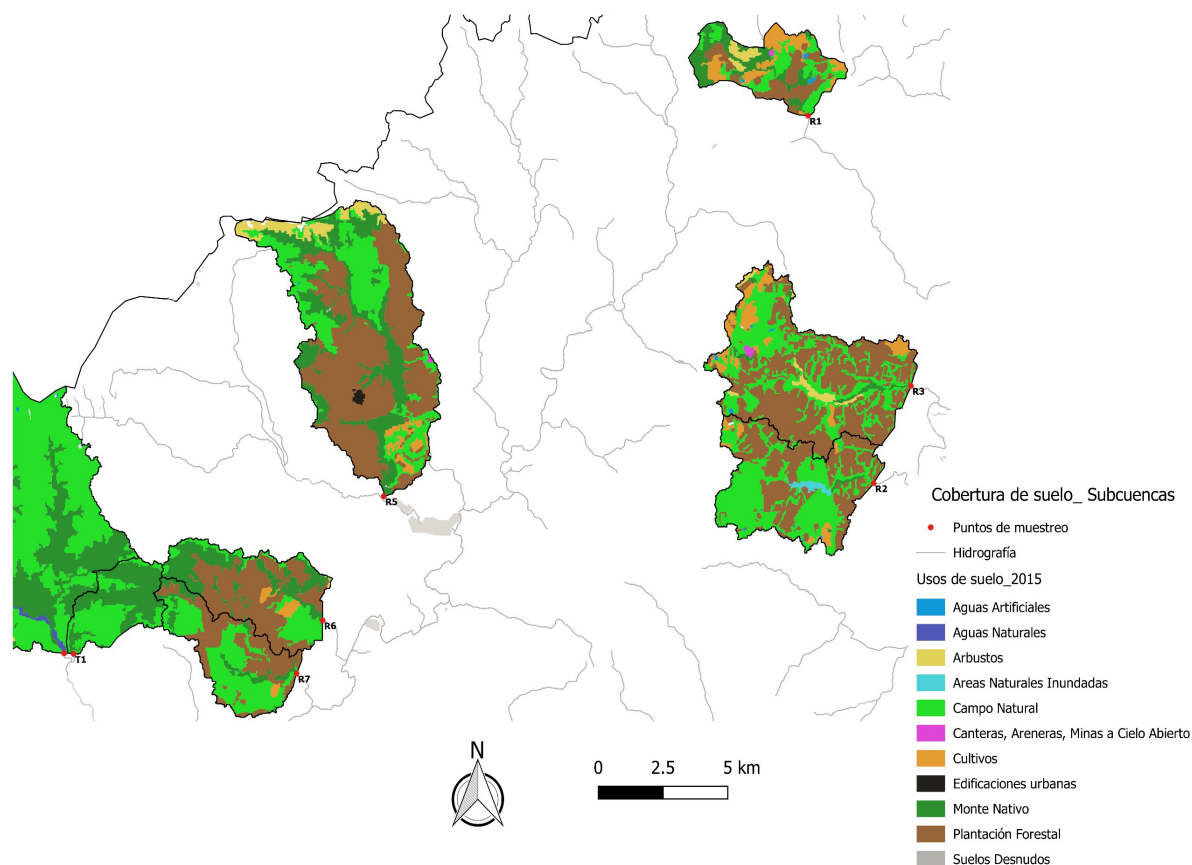
Resultados

Cobertura de usos de suelo

Área

(km²) (ha)

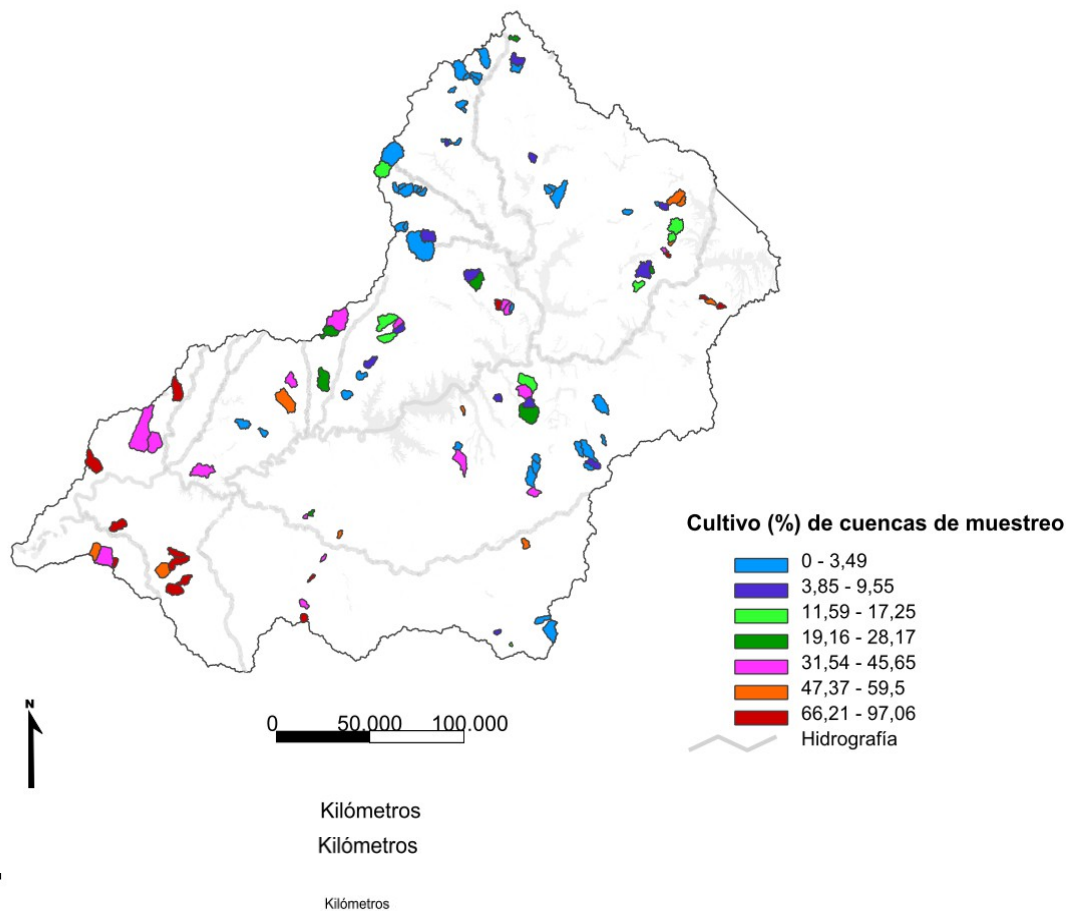
Aguas Naturales	0,8	8.000
Canteras, Areneras, Minas a Cielo Abierto	2,3	23.000
Edificaciones urbanas	4,7	47.000
Suelos Desnudos	10,5	105.000
Aguas Artificiales	12,2	122.000
Areas Naturales Inundadas	13,7	137.000
Arbustos	23,3	233.000
Monte Nativo	113,3	1.133.071
Plantación Forestal	395,9	3.958.998
Cultivos	790,7	7.907.406
Campo Natural	1816,2	18.161.865
Cobertura Natural	1952,8	19.527.936



A efectos del análisis las clases de campo natural, monte nativo y arbustos se agruparon como cobertura natural, cuya extensión fue de 1953 km².

Resultados

- Mediante un PCA de la cobertura de uso de suelo (%), se distinguieron aquellos con más incidencia en los valores propios, estos fueron:
 - Forestación
 - Cultivo
 - Cobertura natural.



• **La cobertura natural**

+ pendiente, monte nativo

- cultivo, forestación, aguas artificiales.

• **La forestación**

- campo natural, cultivo

• **El cultivo**

+aguas artificiales

- pendiente, campo natural, arbustos

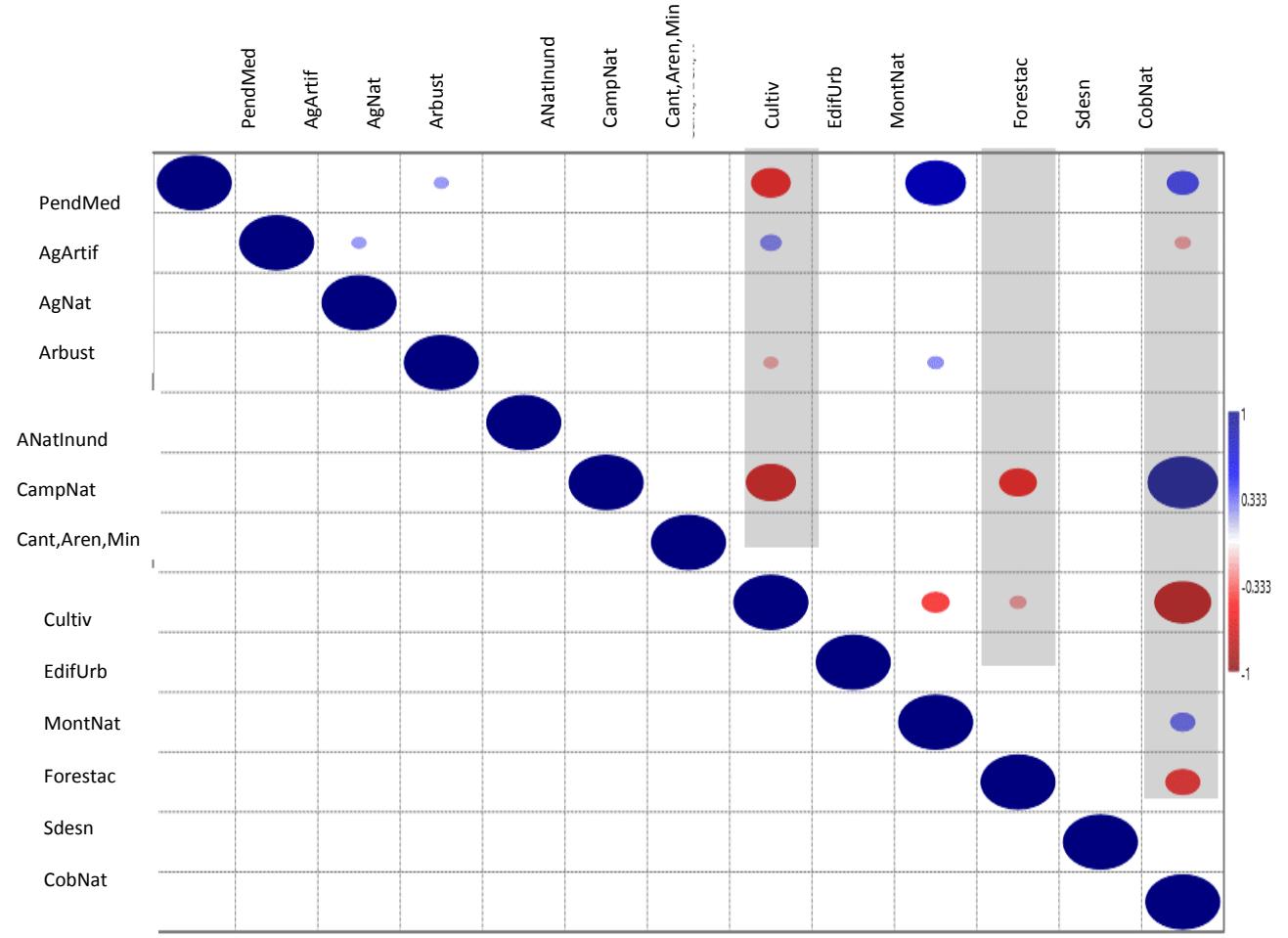


Figura 8. Matriz de correlación lineal significativa de coberturas de uso de suelo.

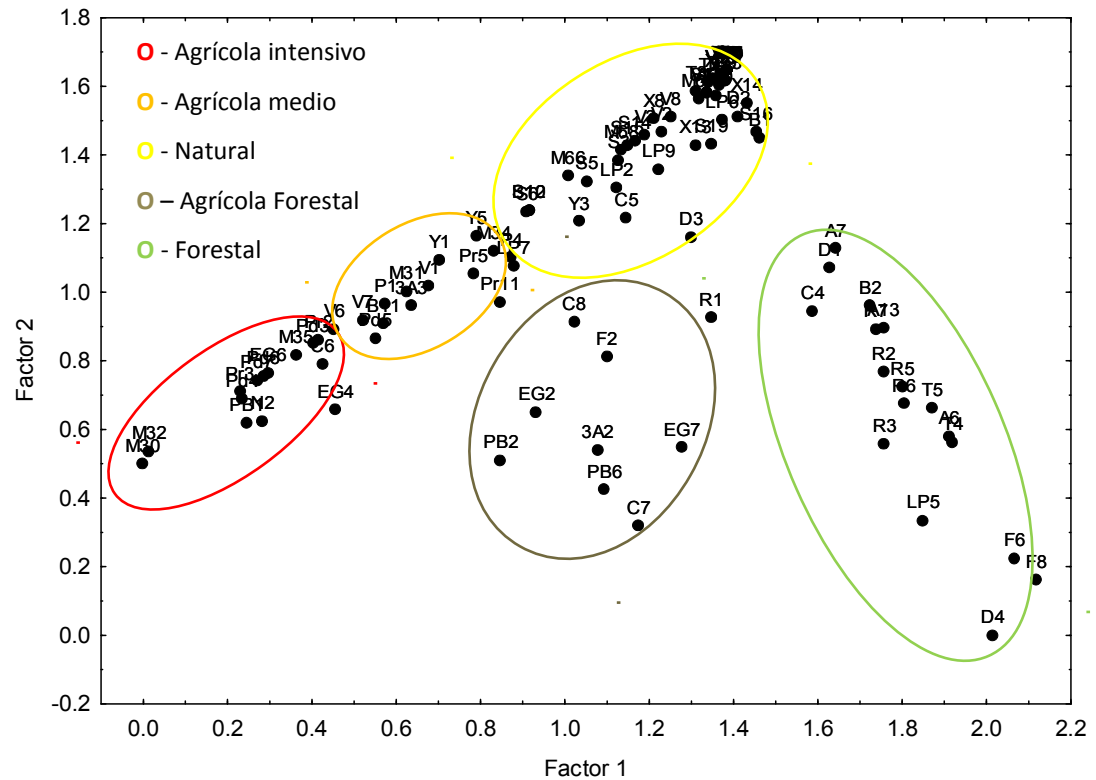
PendMed: pendiente media; AgArtif: aguas artificiales; AgNat: aguas naturales; Arbust: arbustos; ANatInund: aguas naturales inundadas; CampNat: campo natural; Cant, Aren, Min: Canteras, Areneras, Minas a Cielo Abierto; Cultiv: cultivos; EdifUrb: edificaciones urbanas; MontNat: monte nativo; Forestac: forestación; S Desn: suelo desnudo; CobNat: cobertura natural.

Resultados

Las subcuencas se clasificaron en 5 categorías según la cobertura dominante:

- Natural
- Forestal
- Agrícola- forestal
- Agrícola medio
- Agrícola intensiva

Cada categoría difirió de las otras en términos de los % de uso de suelo Agrícola, Forestal y Natural



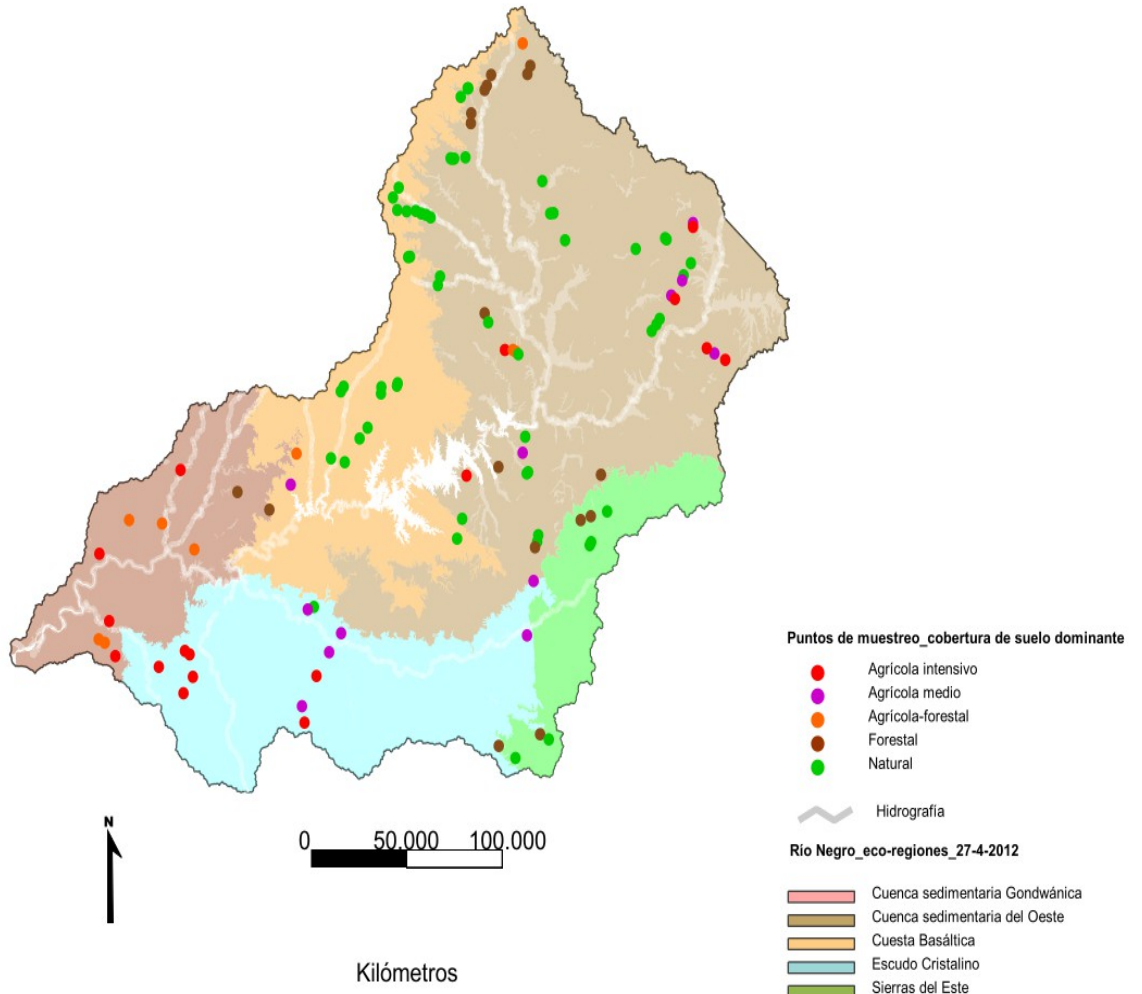
Resultados

A partir del estudio de Brazeiro *et. al.* (2012), se pudieron determinar las ecoregiones de la cuenca del Río Negro.

Ecoregión	Formaciones geológicas y rocas dominantes	Geoformas dominantes	Suelos dominantes	Profundidad media de suelo	Usos de suelo dominantes	Observaciones
Cuenca sedimentaria del Oeste (CSO)	Fray Bentos	Lomadas	Brunosoles eútricos	Profundos	Agrícola	Suelos con pedregosidad en el perfil.
	Cretáceo	Colinas	Brunosoles subeútricos	Profundos	Pastoril forestal	
	Libertad	Lomadas suaves	Brunosoles eútricos	Profundos	Agrícola	
Cuenca sedimentaria Gondwánica (CSG)	Areniscas gondwánica	Lomadas	Acrisoles luvisoles	Profundos	Forestal pastoril	Gran diversidad de suelos, incluye Isla Cristalina de Rivera con suelos similares a Sierras del Este. Expansión agrícola reciente.
Cuesta Basáltica (CB)	Basaltos (Arapey)	Lomadas	Brunosoles eútricos	Profundos	Pastoril	En suelos profundos la agricultura se viene incrementando rápidamente.
		Planos	Vertisoles	Profundos	Pastoril	
	Colinas	Litosoles	Superficiales	Pastoril		
Escudo Cristalino (EC)	Granitos y granitoides	Colinas y lomadas	Brunosoles subeútricos	Moderadamente profundos	Pastoril	Valles ocasionalmente escarpados, rocosos.
	Libertad	Lomadas suaves	Brunosoles eútricos y vertisoles		Agrícola	Ocupa interfluvios amplios.
Sierras del Este (SE)	Lavas ácidas (Ánimas), rocas metamórficas (filitas Lavalleja), granitos y granitoides (Carapé), metamórficas de alto grado, cuarcitas, basaltos, etc.	Colinas y serranías	Brunosoles subeútricos-distrícos y litosoles	Moderadamente superficiales y rocosos	Pastoril forestal	Se corresponde con las altas cuencas de las más importantes cuencas hidrográficas y por tanto su principal vocación de uso es regulación de cuencas.

Resultados

- **Las subcuencas naturales:**
En CSG, CB y SE
- **En las subcuencas forestales:**
CSG, SE y CSW
- **Las subcuencas agrícola intensivo:**
CSO, CSG, EC
- **Las cuencas agrícolas forestales:**
CSW, CSG, CB
- **Las agrícola medio:**
CSG, EC, SE.



Resultados

Se clasificaron los arroyos según niveles de eutrofización del agua.

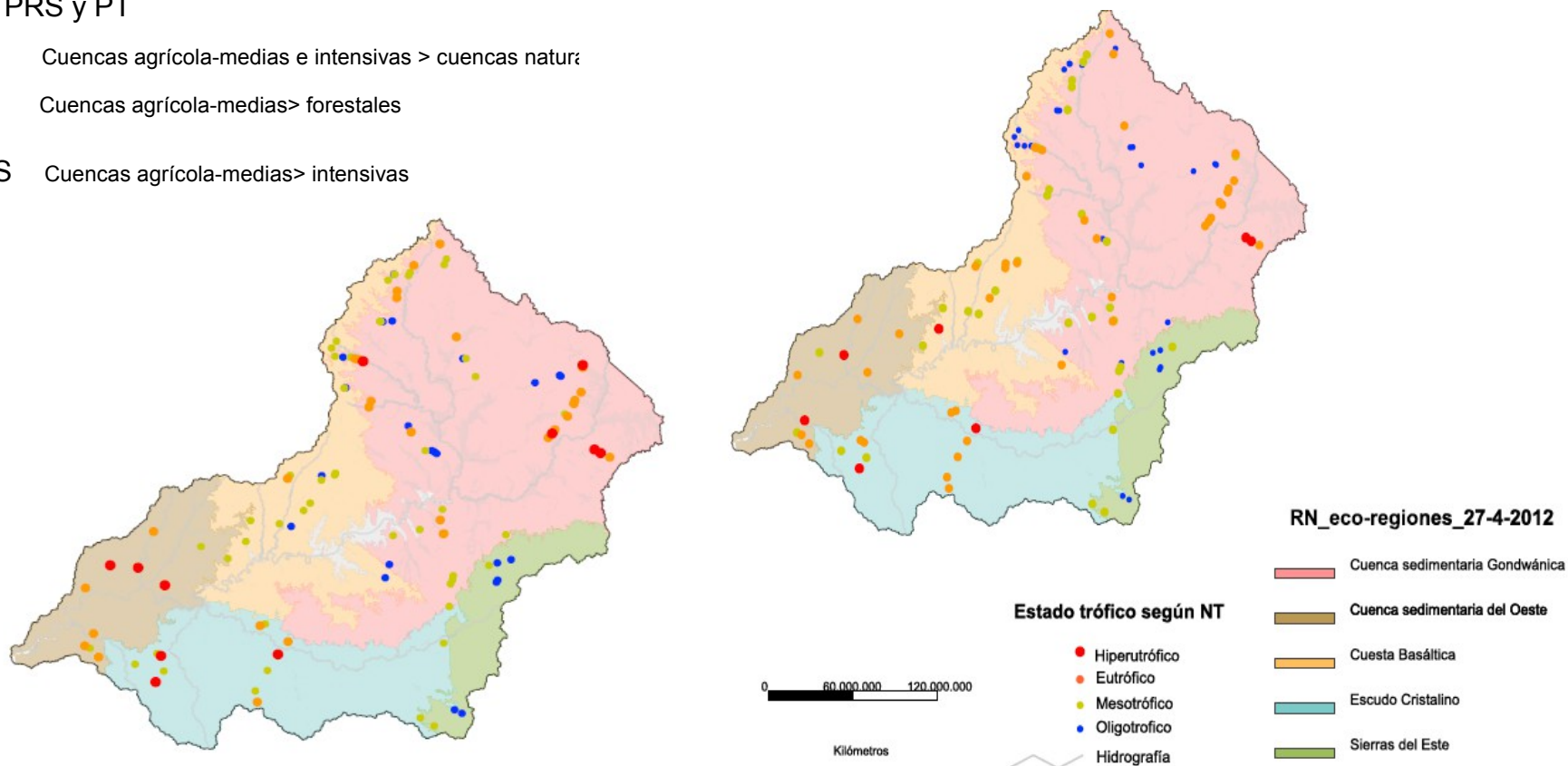
Nutrientes:

- NT, PRS y PT

Cuencas agrícola-medias e intensivas > cuencas natur:

- NT Cuencas agrícola-medias > forestales
- PRS Cuencas agrícola-medias > intensivas

	NT	PT	Fuente bibliografica
Oligotrófico	< 350 < 700	< 25 < 25	Este estudio (Dodds et al, 1988)
Mesotrófico	350 - 650 700 - 1500	25 - 50	Este estudio (Dodds et al, 1988)
Eutrófico	650 - 1500 > 650 > 1500	50 - 100 > 50 > 75	Este estudio (MTA, 2017) (Dodds et al, 1988)
Hiperutrófico	> 1500	> 100	Este estudio



Resultados

- **MI**

Se identificaron 163 géneros

La composición de especies sensibles se relaciono con la actividad agricola y los indices comuntario distinguieron los arroyos con menor calidad

- **Peces**

Se identificaron 76 especies

La abundancia y riqueza de peces disminuyo al aumentar la actividad agrícola y forestal

Cuando la abundancia relativa de las especies tolerantes es mayor al 60%, se reconoce un impacto considerable en la cuenca



Discusión

- Las subcuencas con cobertura natural y forestales estuvieron mayor representadas en la parte media-alta y alta de la cuenca del Río Negro donde hubo mayor pendiente y suelos con características más superficiales y menos apropiadas para el cultivo asociadas a la CSG, CB y SE.
- En la parte más baja del Río Negro, con suelo más profundos y menor pendiente, se ubicaron las cuencas agrícolas, separándose las Agrícolas forestales en la CSW y las agrícola intensivo mayoritariamente en el EC.
- Las subcuencas Agrícola medio tuvieron mayor distribución en la parte sur del Río Negro donde existe variedad de suelos y geoformas, esto puede deberse a un avance de la agricultura hacia suelos menos productivos.



Discusión

- En las cuencas agrícola- medio y natural con presencia de ganadería resulto en efectos puntuales significativos sobre los arroyos que resultaron en menor calidad del agua y la composición comunitaria.
- Las cuencas forestales se desarolaron en áreas de mayor pendiente aumentando el riesgo de erosión, debido a que no se puedo diferenciar el impacto de esta actividad por las características especificas del uso del suelo, se considera necesario adecuar un analisis particular.
- Para los MI se recomienda el uso combinado de diversos tipos de índices y parmattros de composición.
- En peces se proponen dos especies centinelas
 - Mojarra Bryconamericus iheringii
 - Bagre anguila Heptapterus mustelinus

Conclusión

- El enfoque de subcuencas permitió distinguir la relación entre los usos/ cobertura del suelo y las características de sus arroyos.
- El enfoque multimétrico es conveniente para considerar estos efectos en diferentes niveles de estudio: fisicoquímicos y biológicos.
- El análisis a través de los SIG permitió evaluar la información existente en su dimensión espacial e integrar los datos resultantes del análisis.
- La metodología y las especies consideradas para un biomonitoreo a nivel nacional permitirán estandarizar y hacer comparables los resultados.
- En consecuencia, se podrán obtener herramientas que permitan gestionar y rehabilitar los sistemas ambientales degradados en su expresión más vulnerable como son los sistemas acuáticos.



JORNADAS URUGUAYAS DE gvSIG



JORNADAS DE TECNOLOGÍAS LIBRES DE
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y DATOS ABIERTOS

Muchas gracias

pgarcia@fcien.edu.uy