

# Responsabilidad Agropecuaria en la Contaminación de las Aguas y Buenas Prácticas de Uso y Manejo de Suelos

Fernando García Préchac y Andrés Beretta  
DGRN-MGAP

Uruguay  Agro Inteligente



MINISTERIO DE GANADERÍA,  
AGRICULTURA Y PESCA

# Índice de la Presentación

- Síntesis de los Informes de Monitoreo de DINAMA del Santa Lucía y Río Negro.
- Contaminación con Fósforo (¿y Nitrógeno?) en los los Sistemas Lecheros.
- Cuenca del Río Negro: importancia relativa de los Cultivos Agrícolas frente a otras causas de contaminación.
- Principales variables relacionadas a la concentración de Clorofila A.
- Evolución de esas variables pre y post 2013-2014 en el Río Negro.
- Uso del Suelo en la Cuenca Uruguaya de Salto Grande y estimación del aporte de P por erosión.

# Monitoreo de Calidad de Aguas en las Cuencas del Santa Lucía

(<https://www.dinama.gub.uy/oan/documentos/Evoluci%C3%B3n-de-la-calidad-en-la-cuenca-del-Santa-Luc%C3%ADa-10-a%C3%B1os-de-informaci%C3%B3n-OK.pdf>)

## y Río Negro

([https://www.dinama.gub.uy/oan/documentos/uploads/2017/05/Informe-Rio-Negro-2015\\_VF-1.pdf](https://www.dinama.gub.uy/oan/documentos/uploads/2017/05/Informe-Rio-Negro-2015_VF-1.pdf))

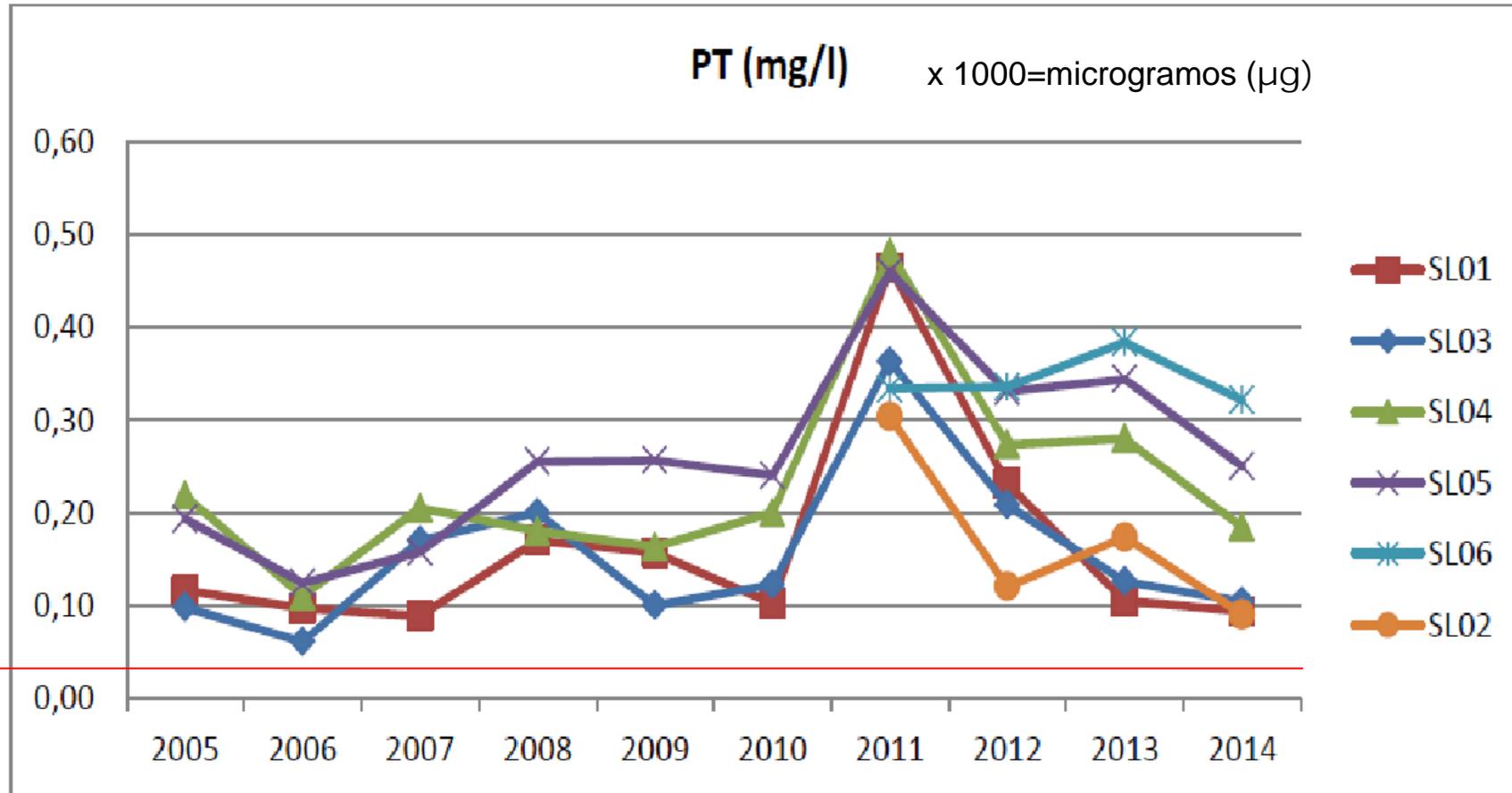
# De los Informes de Monitoreo de DINAMA en Santa Lucía y Río Negro se concluye:

No se han encontrado evidencias de contaminación con los Agroquímicos monitoreados, destacándose que fueron monitoreados Glifosato y AMPA, (esto no significa esperar que algo aparezca para actuar....planteamos volver a que las rotaciones de cultivos y pasturas sean los sistemas dominantes y así reducir a la mitad el uso de Agroquímicos y Combustibles frente a los sistemas de cultivo continuo).

No se han encontrado evidencias de contaminación con las diferentes formas de Nitrógeno, en particular, NO<sub>3</sub>, *(pero los valores guía están pensados en términos de agua para consumo humano).*

Sistemáticamente los valores de Fósforo Total (PT) superan los establecidos por la normativa (25 µg/l) y los que se proyectan (50 y 70 µg/l para aguas quietas y en movimiento, respectivamente).

# Informe de Monitoreo de DINAMA del Río Santa Lucía (2015)



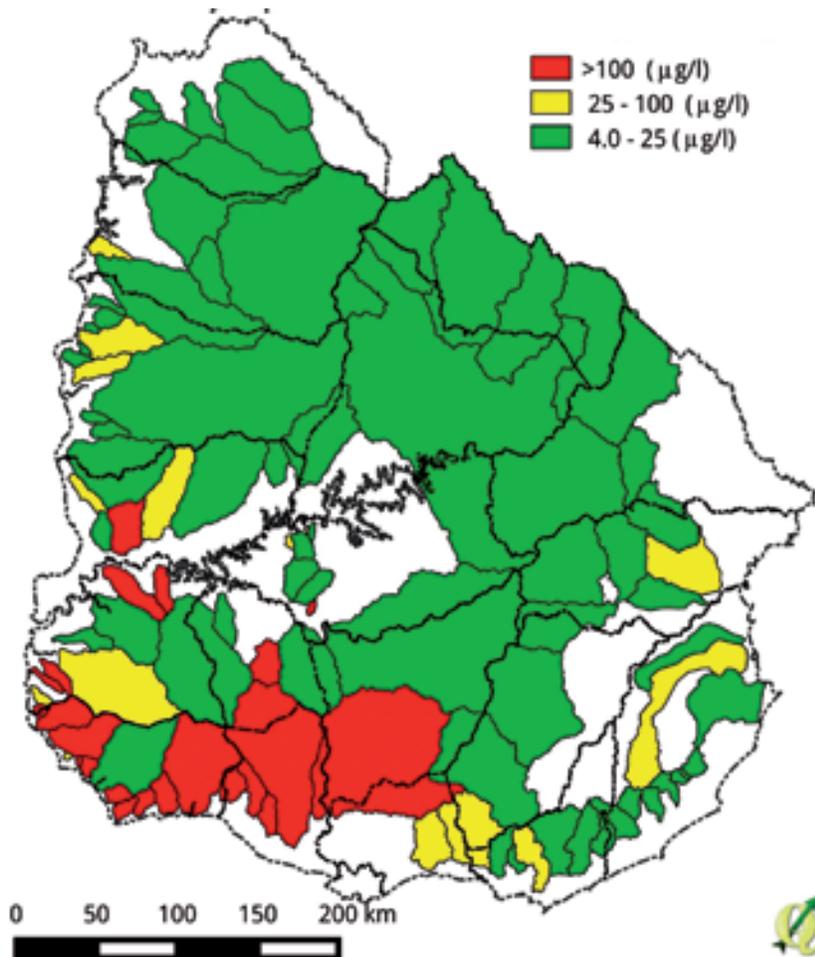
normativa  
actual

- El Soldado
- Casupá
- Paso Pache
- Pos La Virgen y Sta. Lucía.
- Desmb. San José
- Pre Chamizo

Las cuencas en Campo Natural tienen promedio mínimo de alrededor de 100 µg/L.....

Figura 7. Variación espacial y temporal del fósforo total promedio anual en el Río Santa Lucía.

Fósforo disuelto (PD) en el agua de las cuencas indicadas, Otoño de 2014 (Carrasco-Letelier et al., 2014, Rev. INIA No. 39).

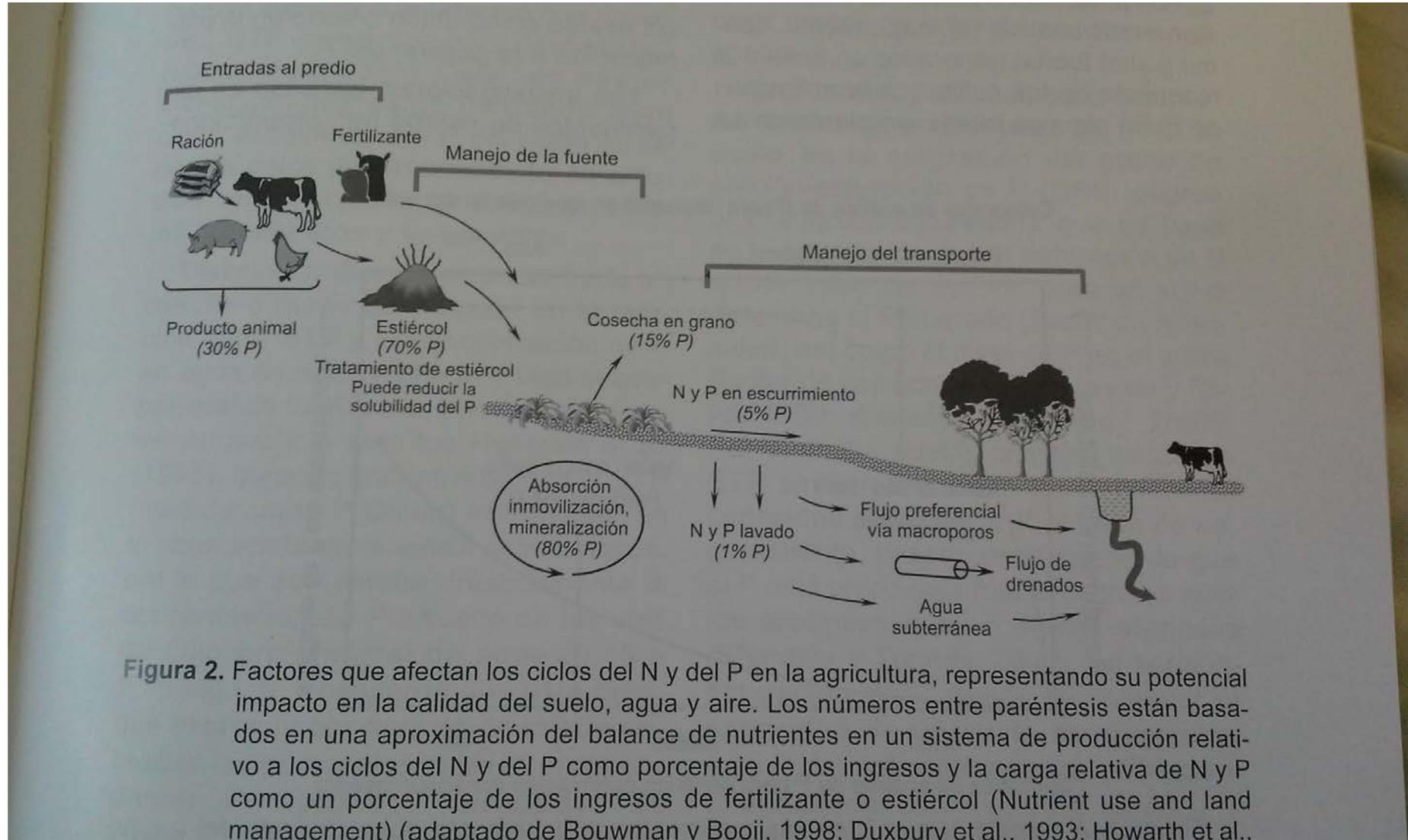


Padrones catastrales con actividad Lechera según datos del SNIG y DICOSE en 2018 (Informe de S. Delgado, DGRN-MGAP)



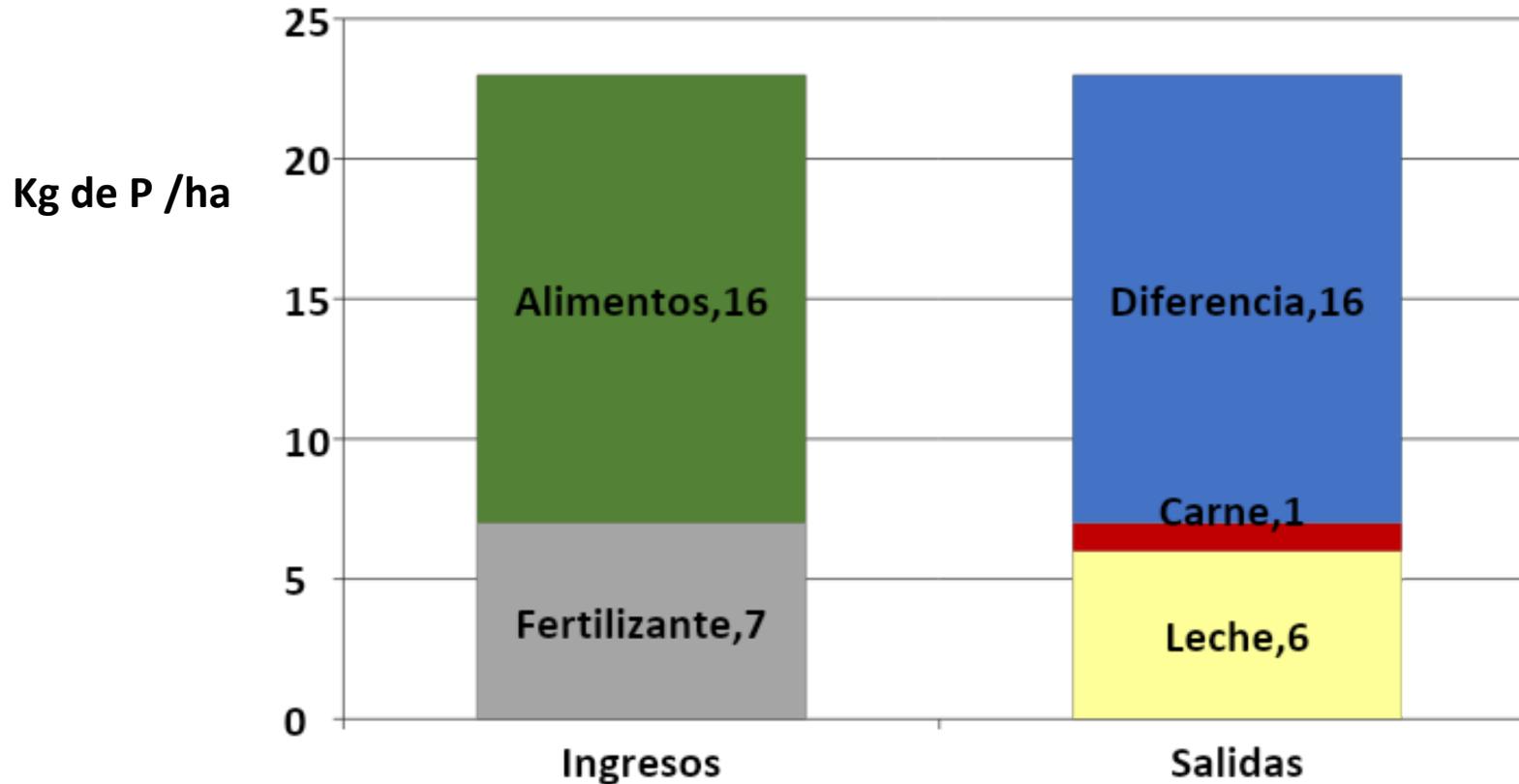
**La Producción Lechera aparece como la actividad agropecuaria más relacionada con el mayor contenido de P en las aguas**

A.Sharpley, 2015, In Hoffman et al. (Eds), IV Simp. Nac. de Agricultura, Fagro-Udelar.



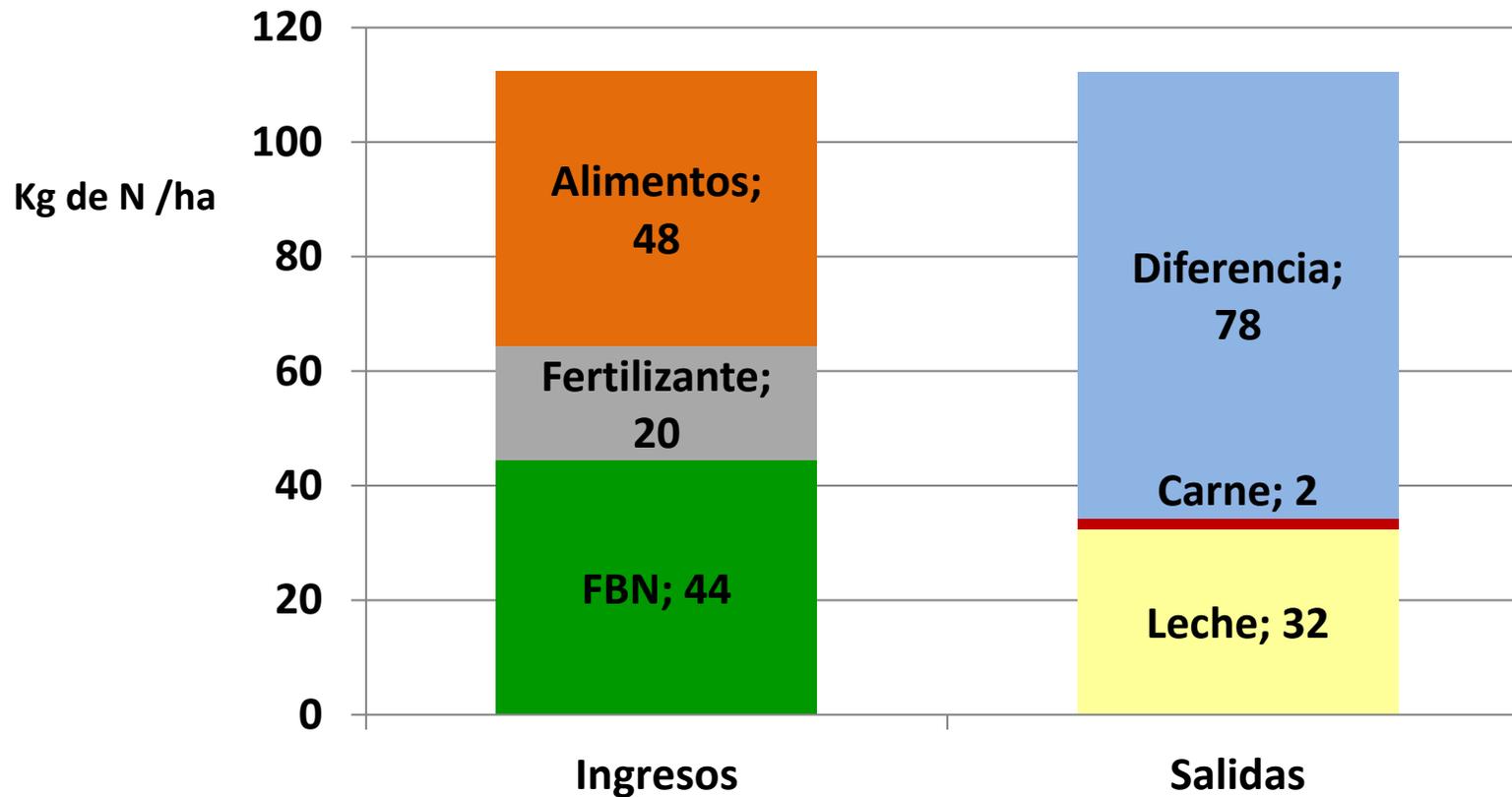
**Figura 2.** Factores que afectan los ciclos del N y del P en la agricultura, representando su potencial impacto en la calidad del suelo, agua y aire. Los números entre paréntesis están basados en una aproximación del balance de nutrientes en un sistema de producción relativo a los ciclos del N y del P como porcentaje de los ingresos y la carga relativa de N y P como un porcentaje de los ingresos de fertilizante o estiércol (Nutrient use and land management) (adaptado de Bouwman y Booij, 1998; Duxbury et al., 1993; Howarth et al.,

# Balance de P de un Tambo de 566 ha (252 ha de Praderas), produciendo 6000 L de leche/ha.año (Ing.Agr. Mario Fossatti, FUCREA, com. pers.)

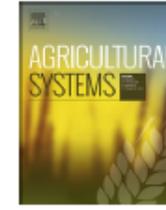


La diferencia es lo que no se utiliza y va al suelo o sale del predio por erosión, efluentes etc. Si no se equilibran los ingresos con las salidas en productos, minimizando la diferencia, el problema persistirá y empeorará a futuro.

# Balance de N de un Tambo de 566 ha (252 ha de Praderas), produciendo 6000 L de leche/ha.año (Ing.Agr. Mario Fossatti, FUCREA, com. pers.)



La diferencia es lo que no se utiliza y va al suelo o sale del predio por erosión, efluentes etc. Si no se equilibran los ingresos con las salidas en productos, minimizando la diferencia, el problema persistirá y empeorará a futuro.



## Opportunities and challenges for the growth of milk production from pasture: The case of farm systems in Uruguay

Fariña S.R.<sup>a,\*</sup>, Chilbroste P.<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Ruta 50 km 11.5, Colonia, Uruguay

<sup>b</sup> Universidad de la República, Ruta 3 km 363, Paysandú, Uruguay



### ARTICLE INFO

#### Keywords:

Dairy farm systems  
Pasture-based  
Sustainable intensification  
Profit  
Forage consumption  
Home-grown forage

### ABSTRACT

Volatility of markets and climate are driving exporting dairy industries to increase milk production from pasture. However, some regions are not able to grow due to economic, social and environmental constraints. The objective of this study was to analyse at the farm system level the opportunities and challenges for the growth of pasture-based dairy production in Uruguay. A national database of 256 dairy farms was used to compare four groups of Uruguayan farms selected according to the total milk production growth rate from 2013 to 2017. Their productivity (milk production per hectare) and profit was compared by fitting mixed models. Complementarily, the International Farm Comparison Network database was used to compare biophysical and economic indicators of typical farm systems of Argentina, Australia, Ireland, Holland, New Zealand, United States and Uruguay from 2013 to 2017. The growing groups of farms (medium and high growth; > 5% per year) showed more productivity due to their higher stocking rate and achieved a higher margin over feed cost and a lower feeding cost per L of milk than the shrinking groups (medium and high decrease; < 0% per year). The growing systems showed a higher consumption per hectare of home-grown forage (pasture and conserved forage) and supplements. Margin over feed cost decreased alongside milk price over the time frame analysed, with no significant interaction between group and year. Productivity in New Zealand, Australia, United States and Holland was above 10,000 L/ha whereas in Ireland, Argentina and Uruguay it was below 7000 L/ha. Consumption of home-grown forage per hectare in the former countries more than doubled the latter, which consumed approximately half the potential forage production locally reported. Home-grown forage consumption per hectare was a more likely driver of productivity than bought-in feed or feed conversion efficiency. Uruguay achieved the lowest cost of production however current low stocking rates (0.7 cows/ha for the typical farm system) limit home-grown forage consumption and productivity growth. Inter-annual variation in economic performance was larger than the variation in biophysical performance for all countries. This study showed that pasture-based farming systems in Uruguay could make a leap in milk production without losing competitiveness by doubling their home-grown forage consumption through increased stocking rates. For such growth, some future challenges will remain around managing P accumulation and runoff in intensifying farms as well as improving farm design and infrastructure to attract labour, improve its productivity and assure animal welfare.

A.Sharpley, 2015, In Hoffman et al. (Eds), IV Simp. Nac. de Agricultura, Fagro-Udelar.

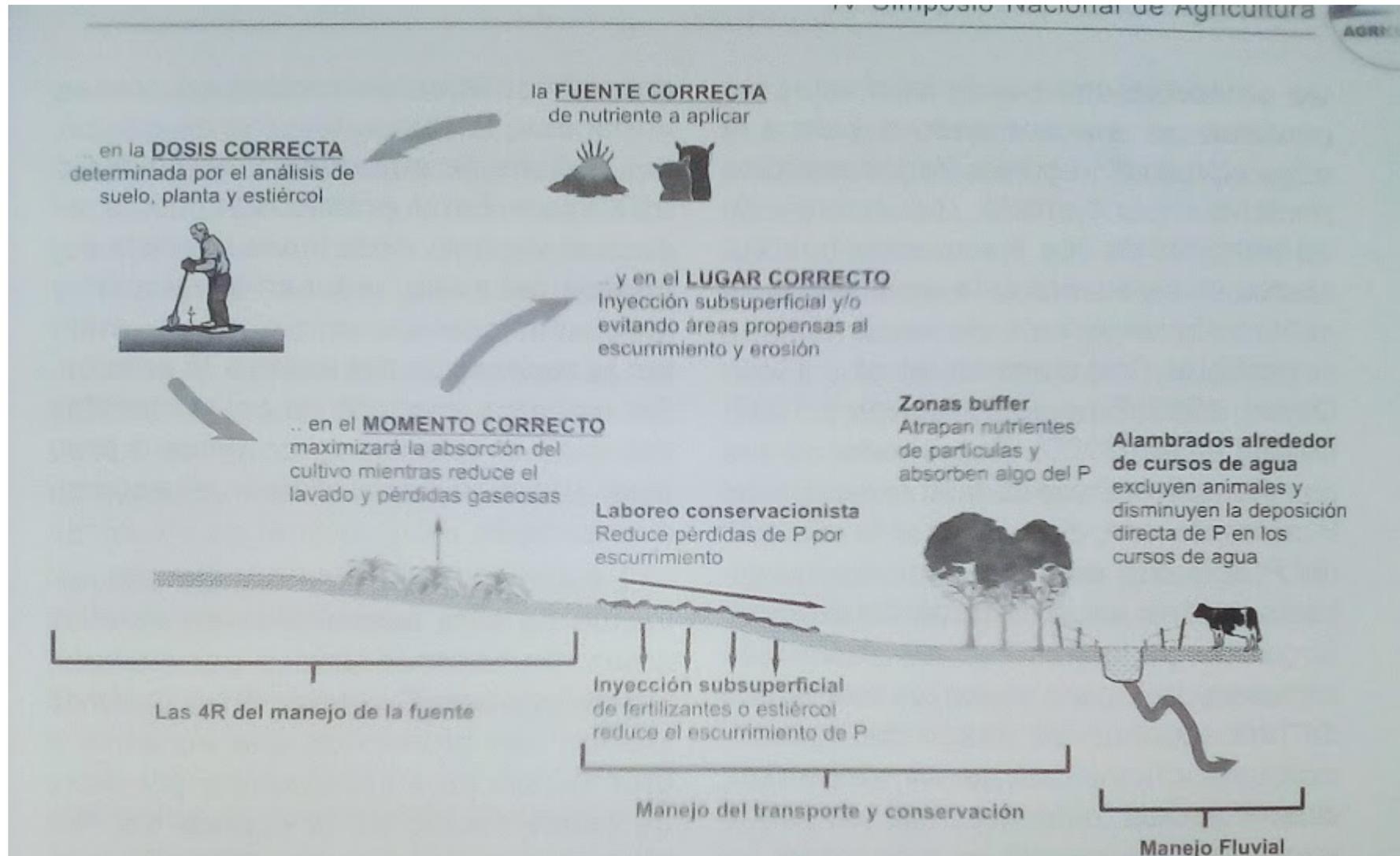


Figura 4. Las «4C» del manejo y conservación de fósforo en sistemas de producción agrícola.

Recomendaciones (Perdomo y García Préchac, 23/3/13 e Inf. De 4 Decanos al CDC-Udelar, 21/5/13) para actividades Agropecuarias

Controlar la erosión de suelos, extendiendo a todas las actividades agrícolas y pecuarias de esta cuenca la normativa que el MGAP ha comenzado a aplicar a la agricultura cerealera.

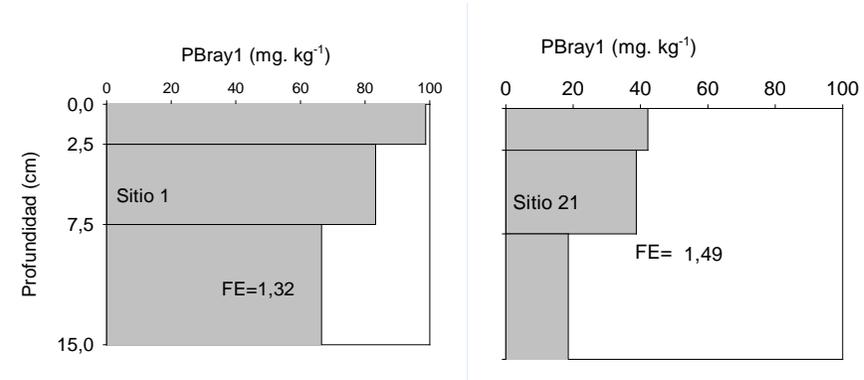
Controlar la fertilización fosfatada, permitiéndola solo cuando los análisis de suelo arrojen valores de P soluble por debajo de los niveles críticos determinados por la investigación nacional disponible.

Establecer áreas de exclusión aledañas a los cursos y embalses de aguas superficiales, incluyendo la recuperación de la vegetación ribereña, así como la exclusión de la llegada directa de animales a abrevar en dichas aguas.

Necesidad de mejorar los vertidos de los efluentes de los tambos a través de la aplicación de tecnologías de tratamiento y su correcta gestión. También, la importancia de controlar los feed-lots y otras fuentes puntuales asociadas a confinamientos de animales.

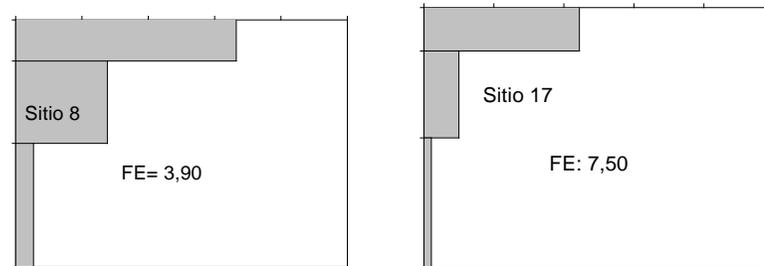
**Estratificación de P en Superficie**  
**Factor de estratificación (FE)**  
**(C. Perdomo, Fagro-Udelar, com. pers.)**

$$FE = \frac{P \text{ Bray1 } (0 - 2,5 \text{ cm})}{P \text{ Bray1 } (0 - 15 \text{ cm})}$$



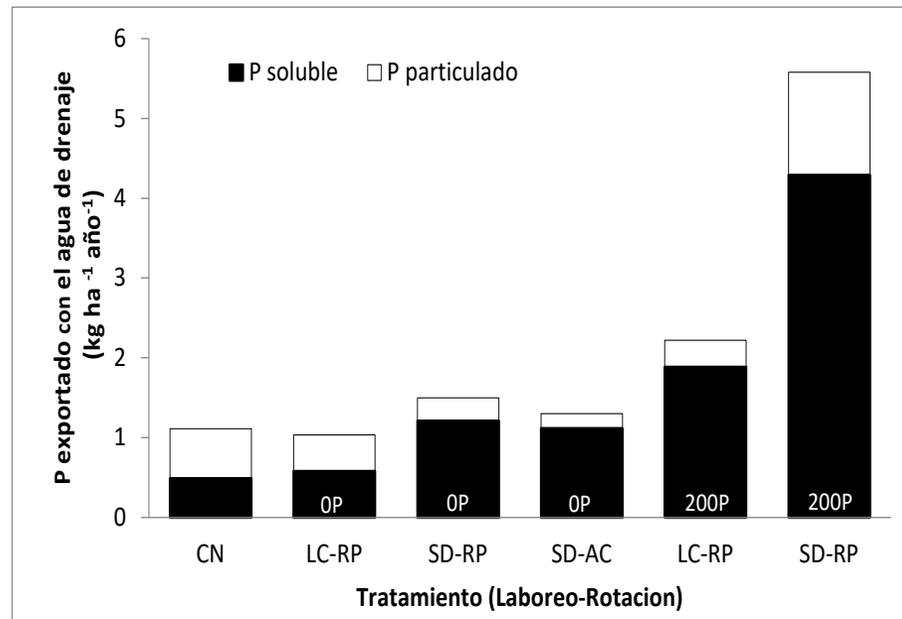
**FE: Resultados de 32 Sitios en Predios Lecheros de Florida:**

- Promedio=4,0
- Max. =8,6
- Min.=1,3



Perdida de P total anual, discriminado en P soluble y P particulado, en relación a la combinación de tipo de uso de suelo, laboreo y rotación, así como a la dosis de  $P_2O_5$   $ha^{-1}$  agregada en el Sitio EEMAC para el setiembre 2012 a setiembre 2013. (Perdomo et al., 2015)

Buenas  
Prácticas



“El control de la Erosión no sería suficiente por si solo para resolver este problema, ya que aun considerando solamente la salida de P particulado del predio, resulta obvio que en suelos con alta estratificación, con tasas de erosión cercanas al umbral de 7 Mg/ha. año ya se estaría superando el valor límite del Índice de P (5 kg/ha.año).



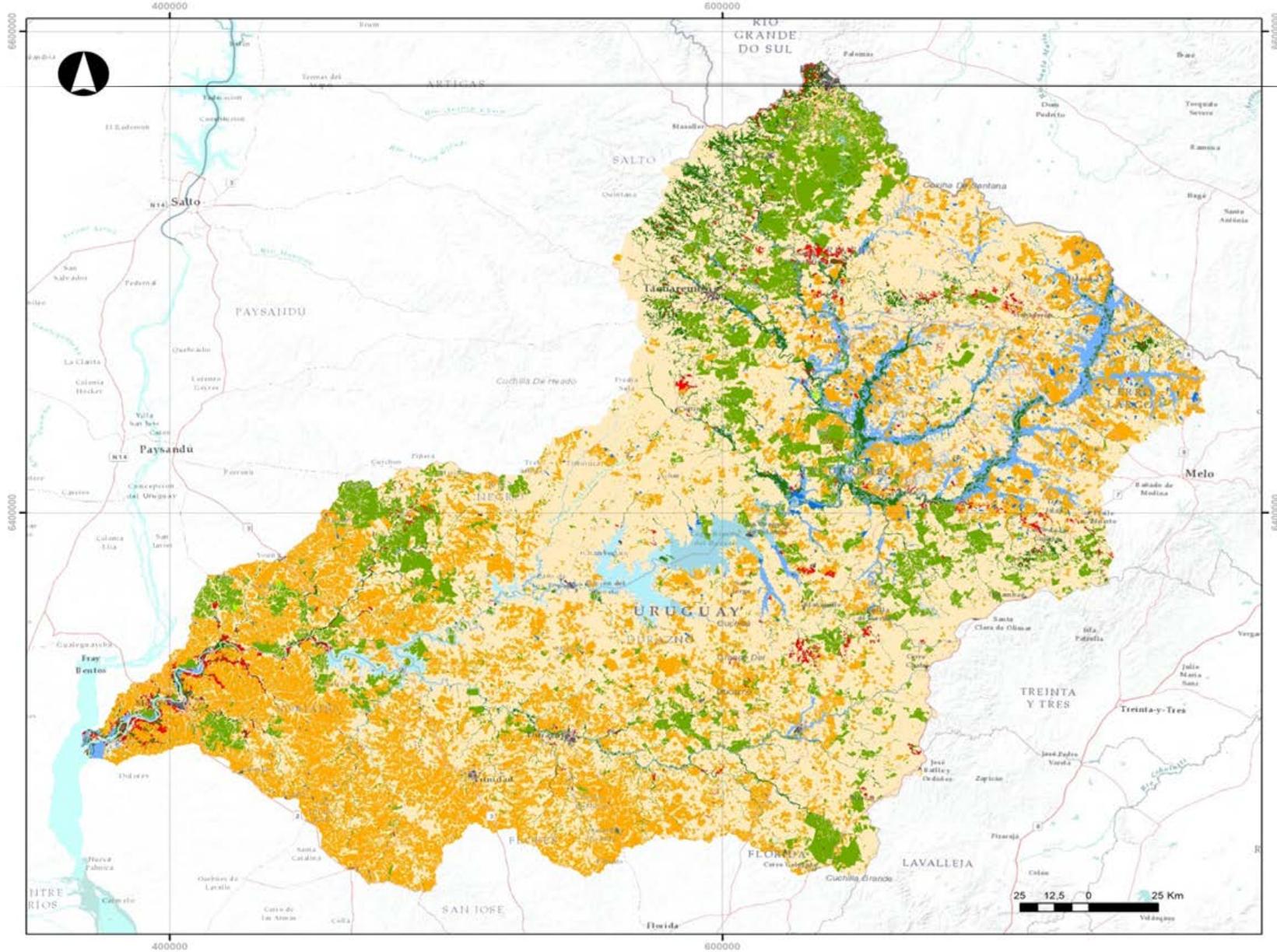
Por tanto, se debería controlar además la fertilización fosfatada excesiva e incorporar el fertilizante fosfatado al suelo, para así disminuir la estratificación de P en las primeras capas del suelo”.



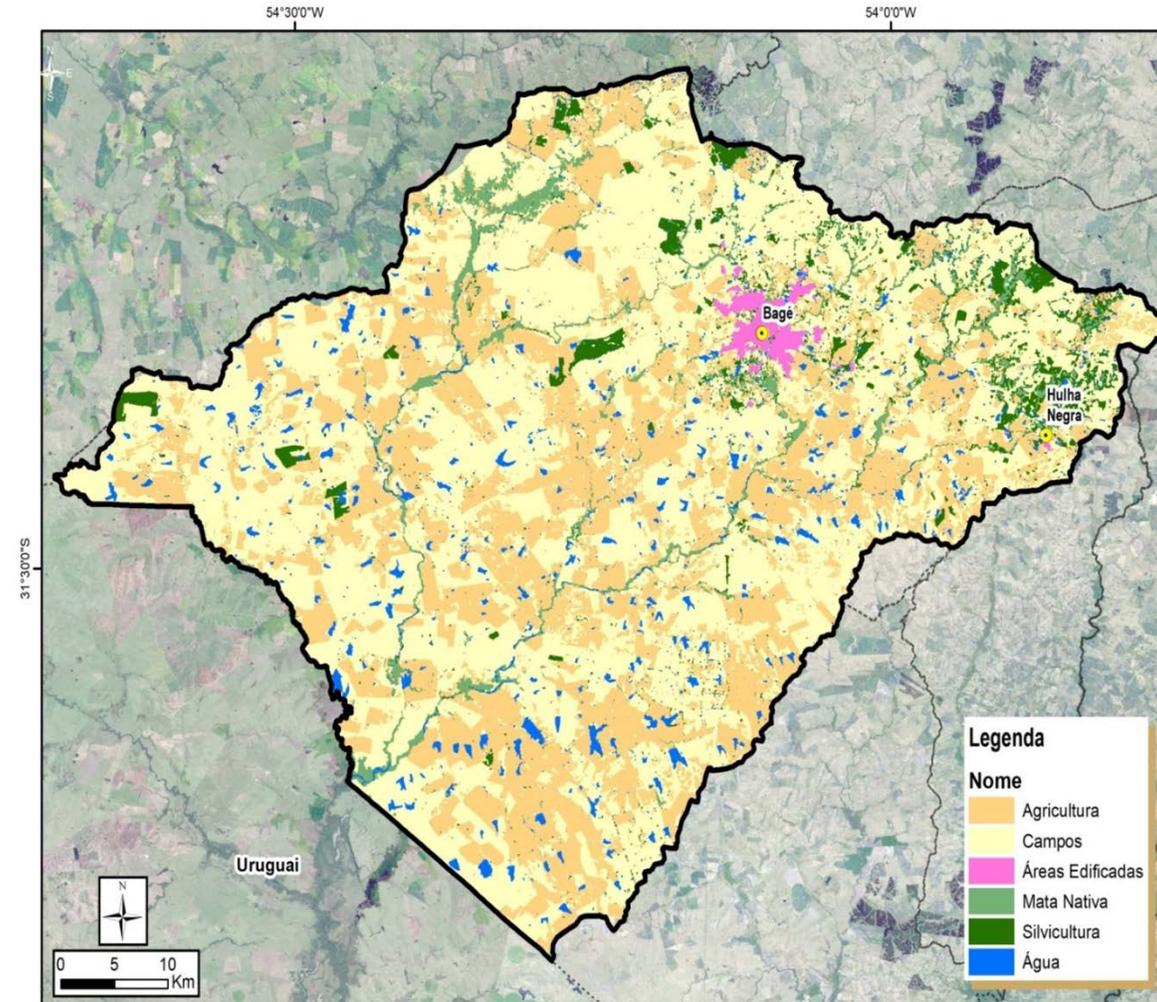
Además, Areas “Filtro” (Buffer) antes de la llegada del escurrimiento superficial a los cuerpos de aguas superficiales-



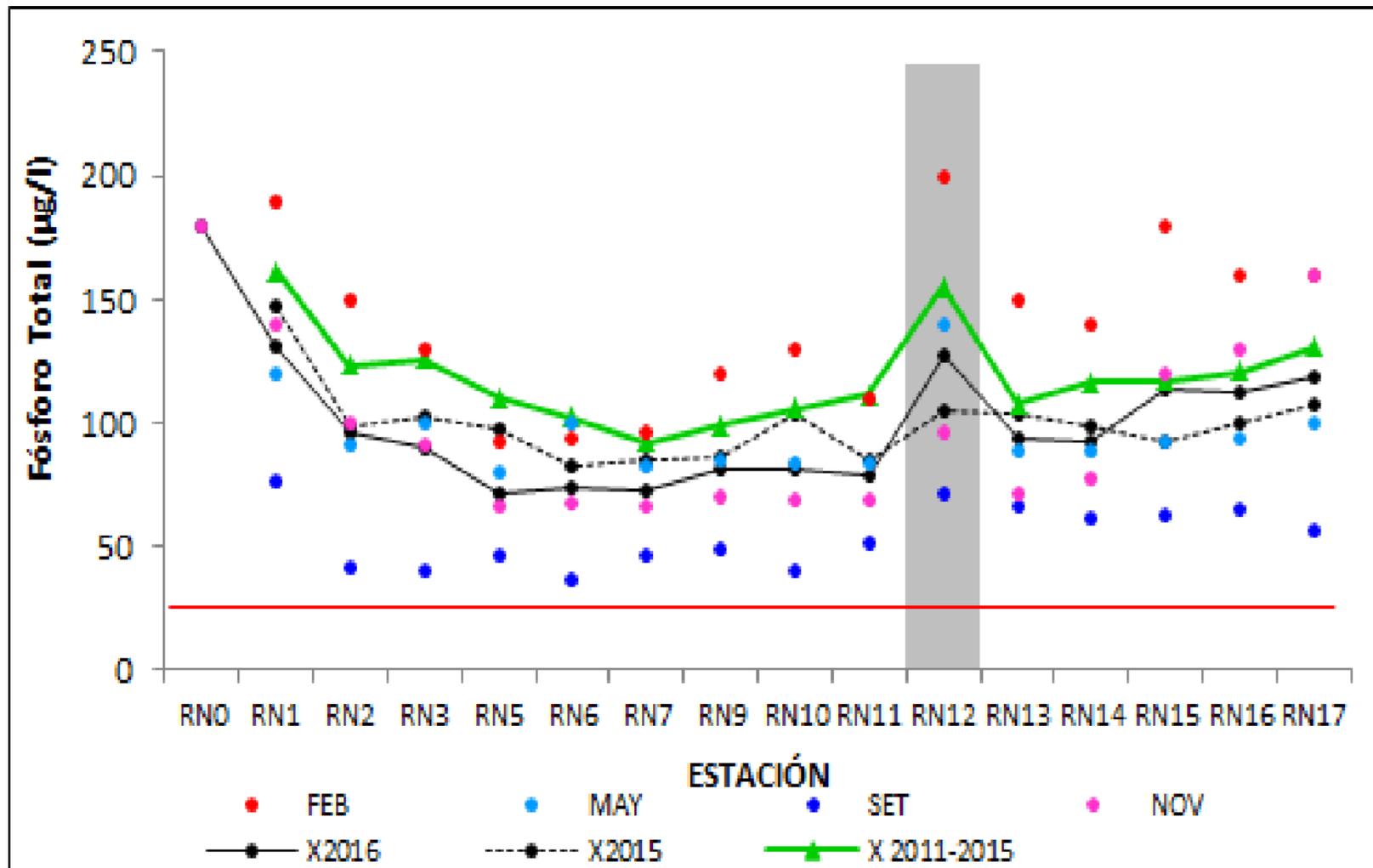
# Usos principales del suelo en la Cuenca del Río Negro



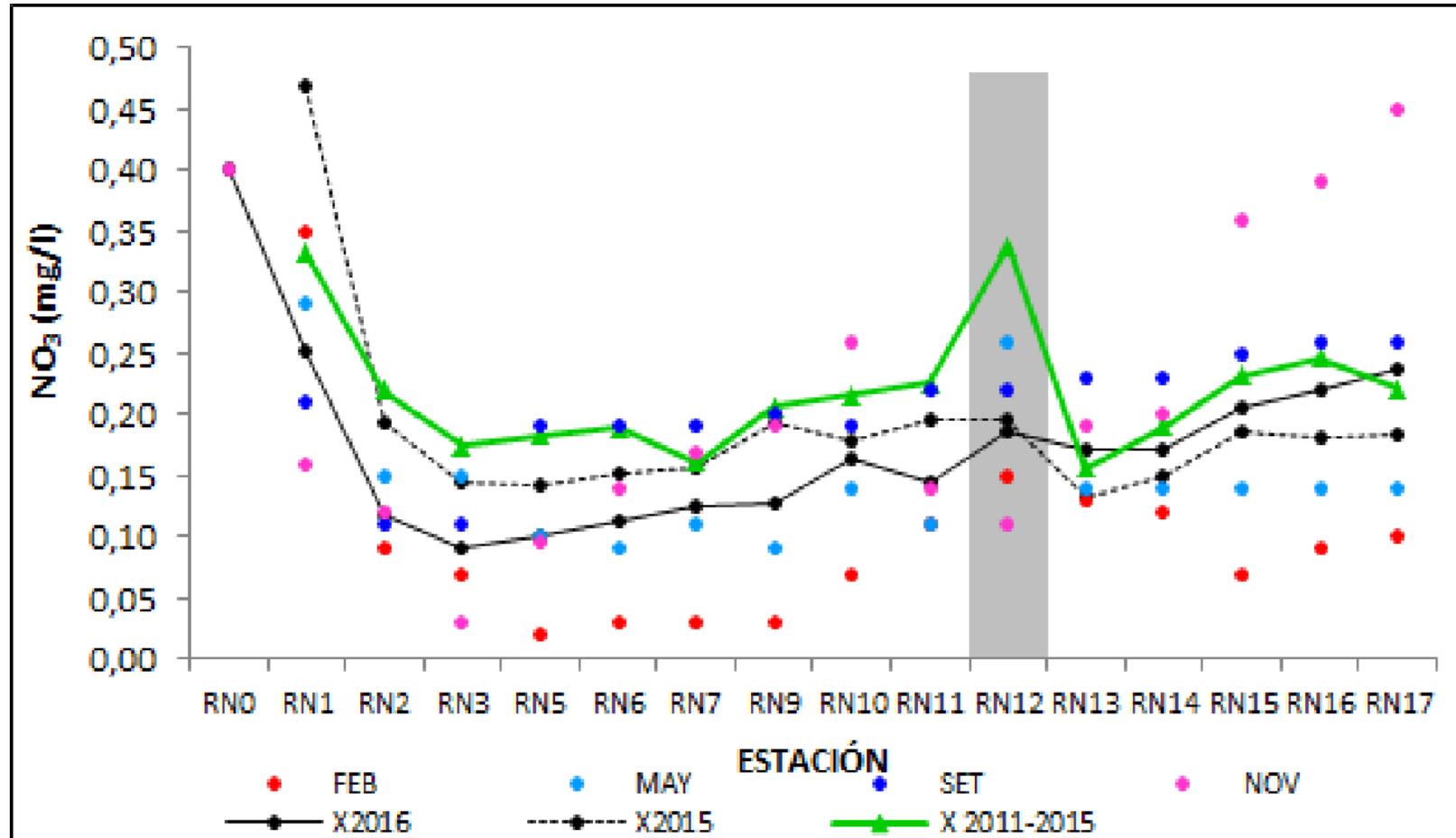
El Río Negro Nace en Brasil, 4% de la Cuenca total.  
El Municipio de Bagé tiene 120.000 habitantes.



En el 100 % de las muestras analizadas (n = 73) las concentraciones observadas de Pt incumplieron con la norma establecida (decreto No. 253: 25 µg/l).

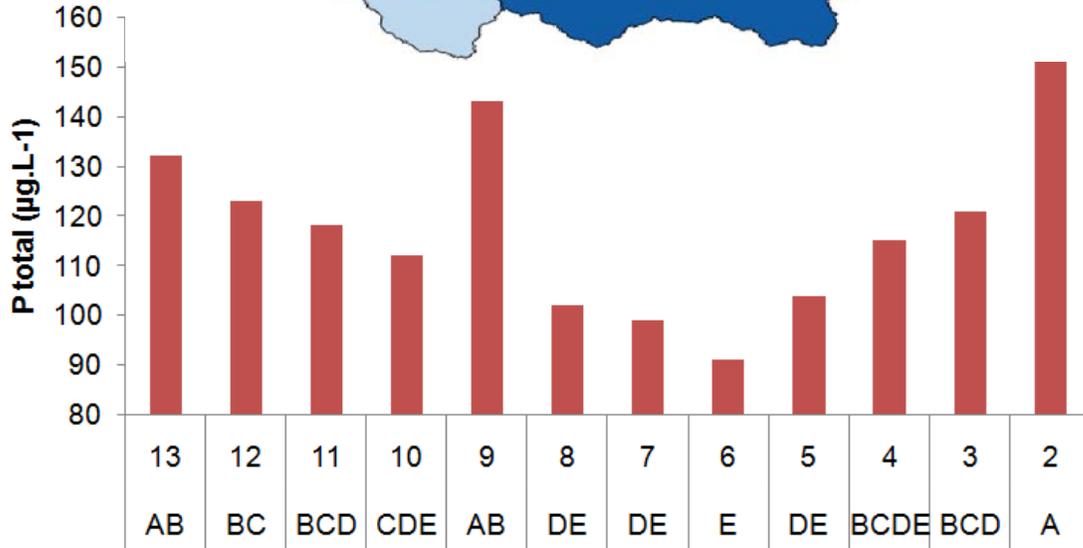
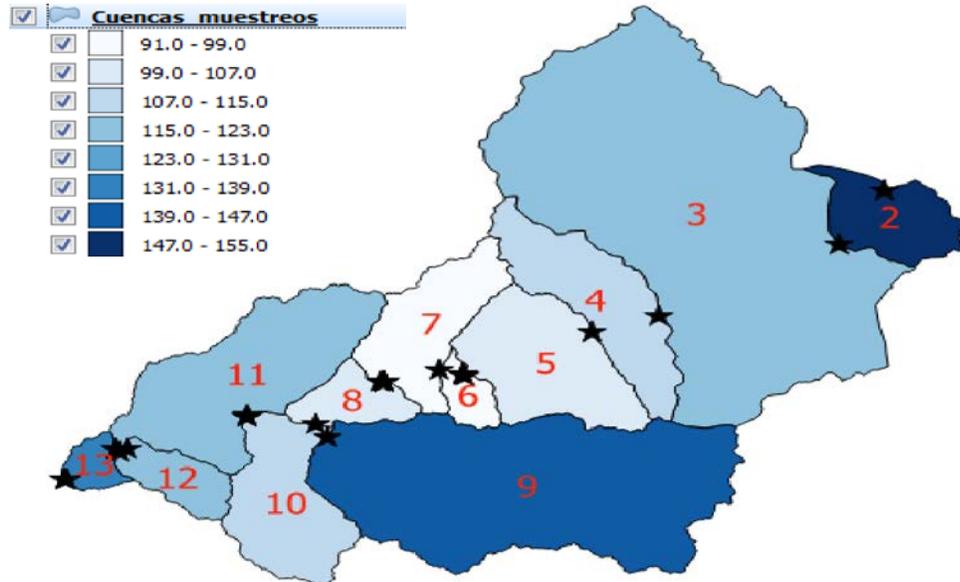


Los NO<sub>3</sub> cumplen en el 100 % de las medidas (n = 73) con el valor estándar fijado en el decreto No. 253 (50 mg/l), siendo el valor máximo registrado en el río Negro, más de 100 veces inferior a ese estándar .

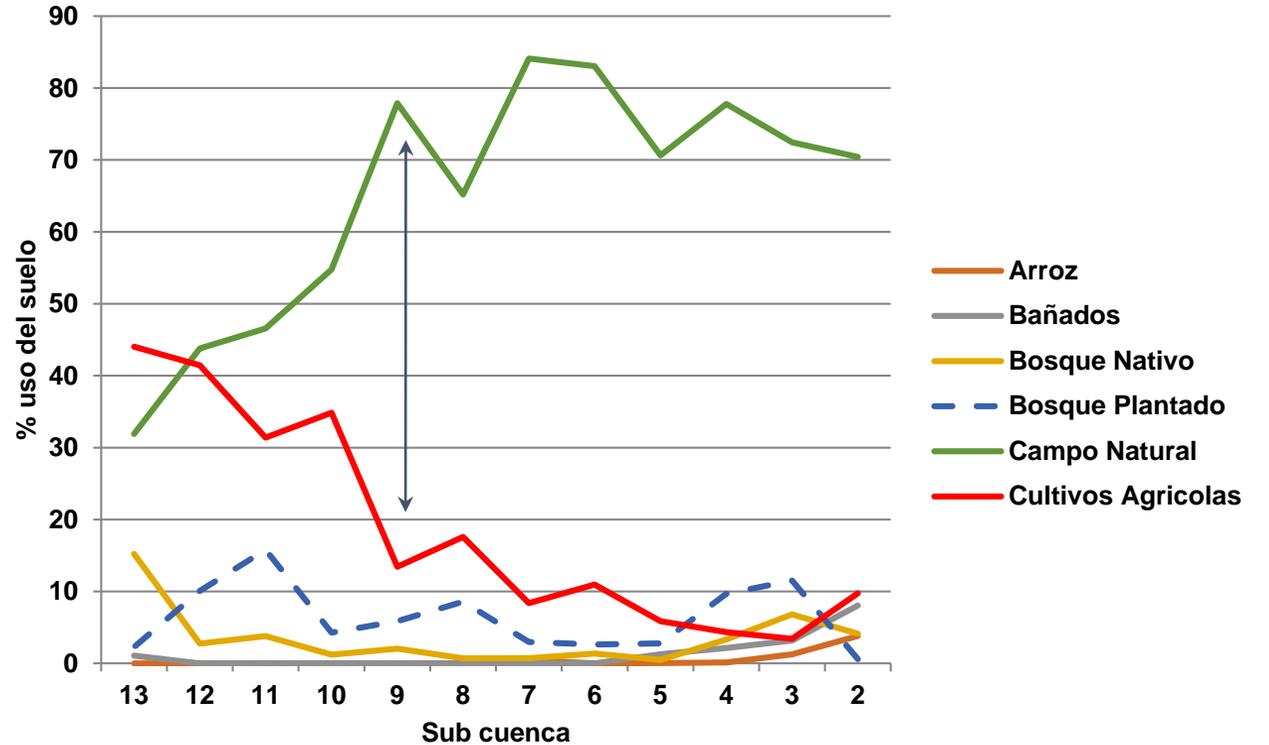


# µg/L de P total por Sub Cuenca. Promedios 2014-2018.

(Datos del Obs. Amb. DINAMA, análisis por A. Beretta, DGRN-MGAP; Uso Actual según SIG-DGRN)



(separacion medias con test Fisher p<0,05)



Hay algo más que Agricultura en el “efecto Cuenca del Yi”.

# Floraciones Algales en Desembocadura del Yi en Lago de Palmar

Escribe una descripción para tu mapa.

## Leyenda

 Parque Bartolome Hidalgo



Google Earth

Image © 2019 DigitalGlobe

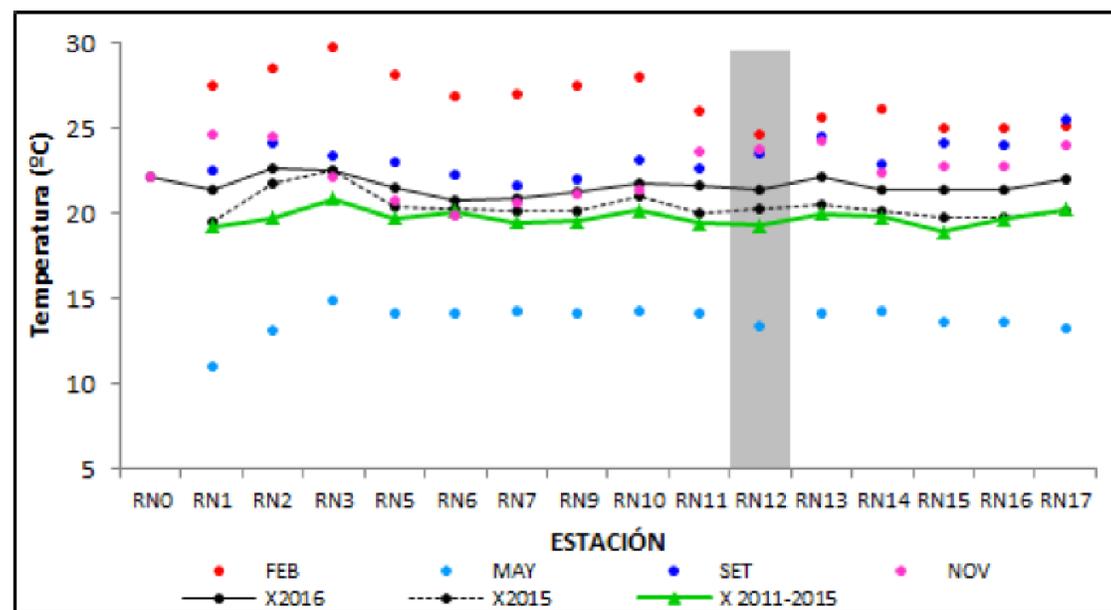
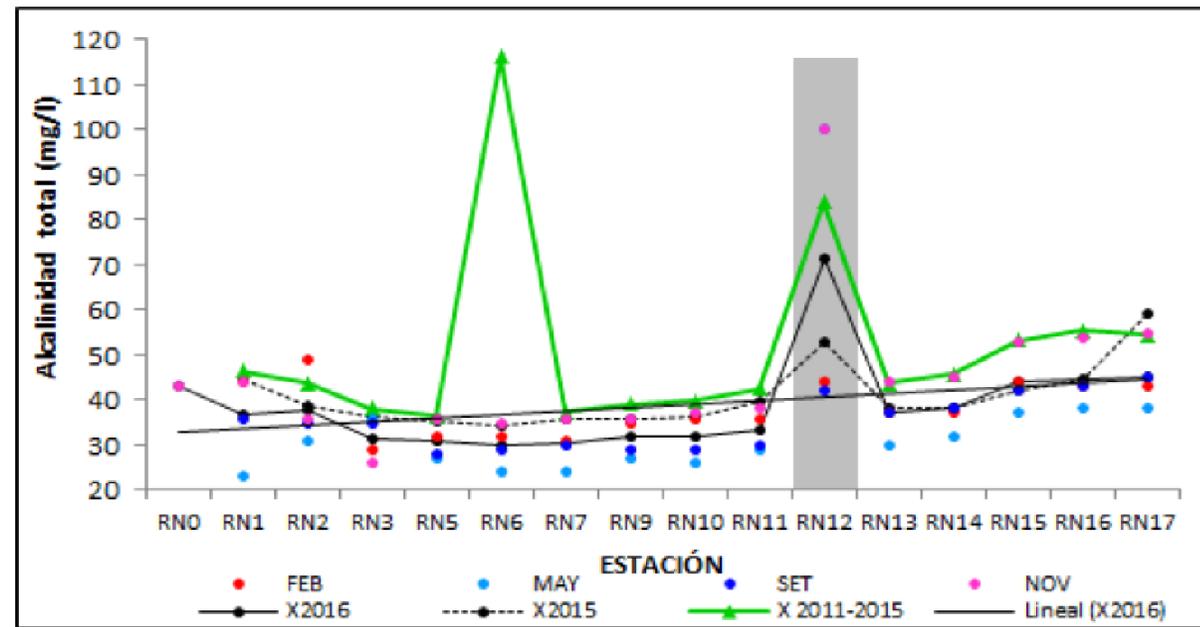
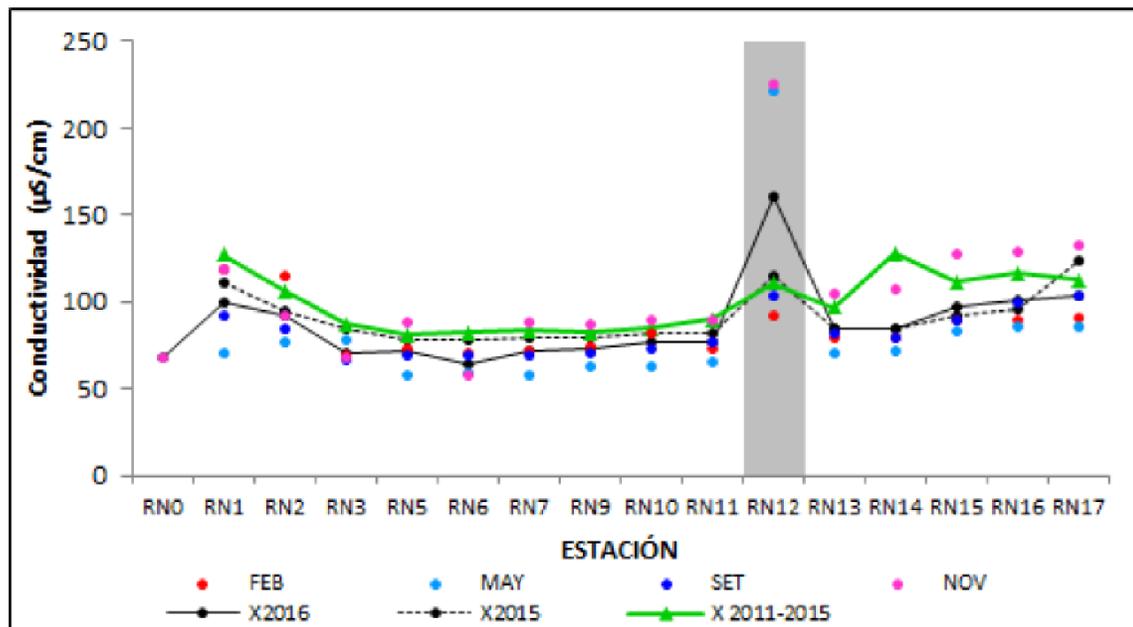
© 2018 Google

Arroyo Grande

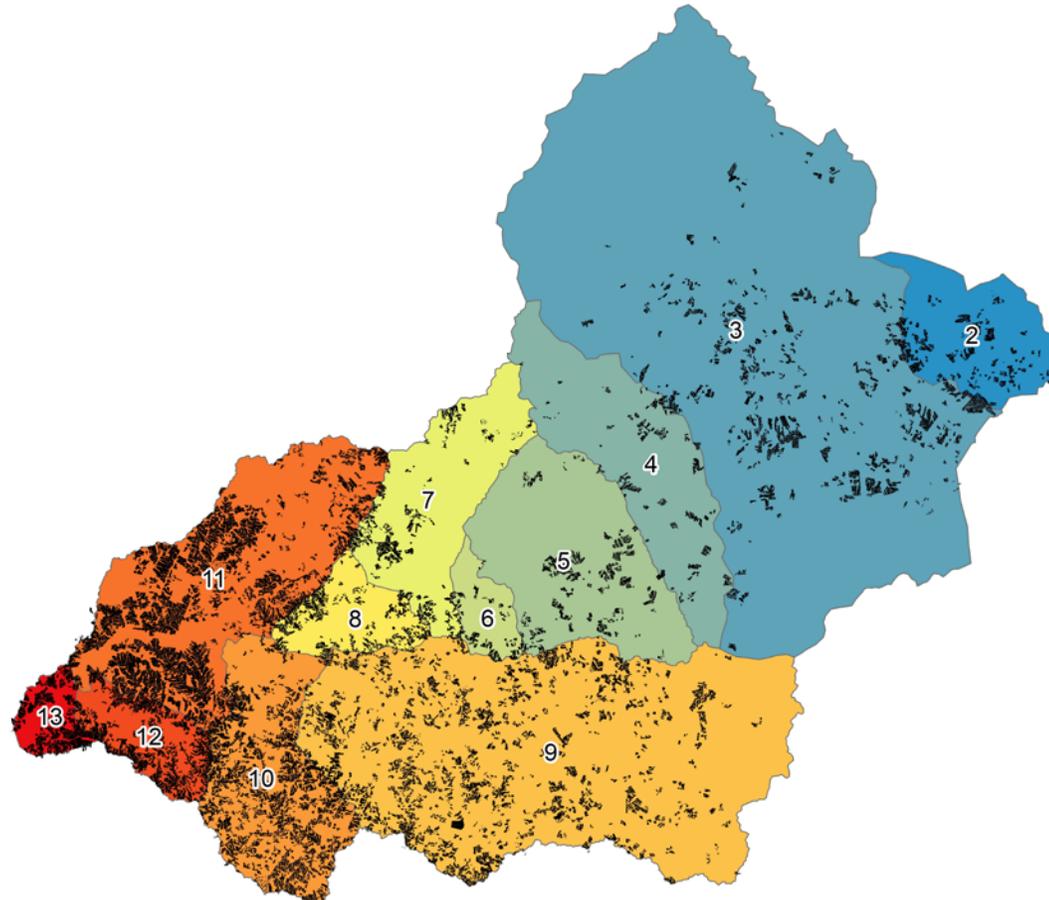
Boca del Yi

6 km

N



# AREA DE PDU EN SUB CUENCAS DEL RIO NEGRO



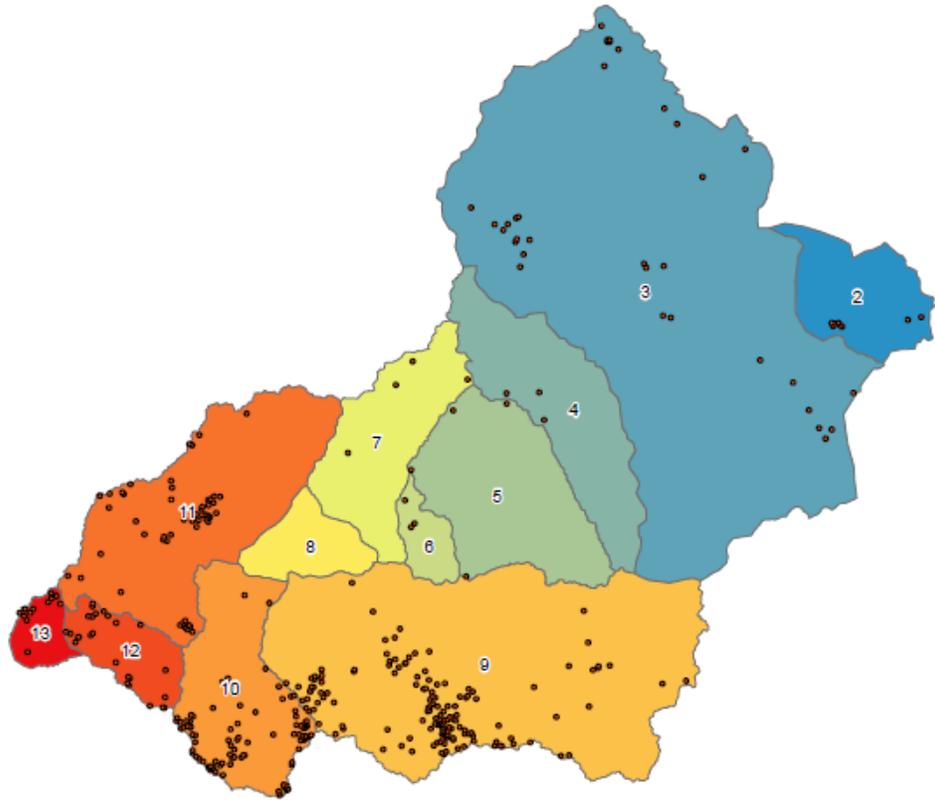
## Leyenda

■ PDU

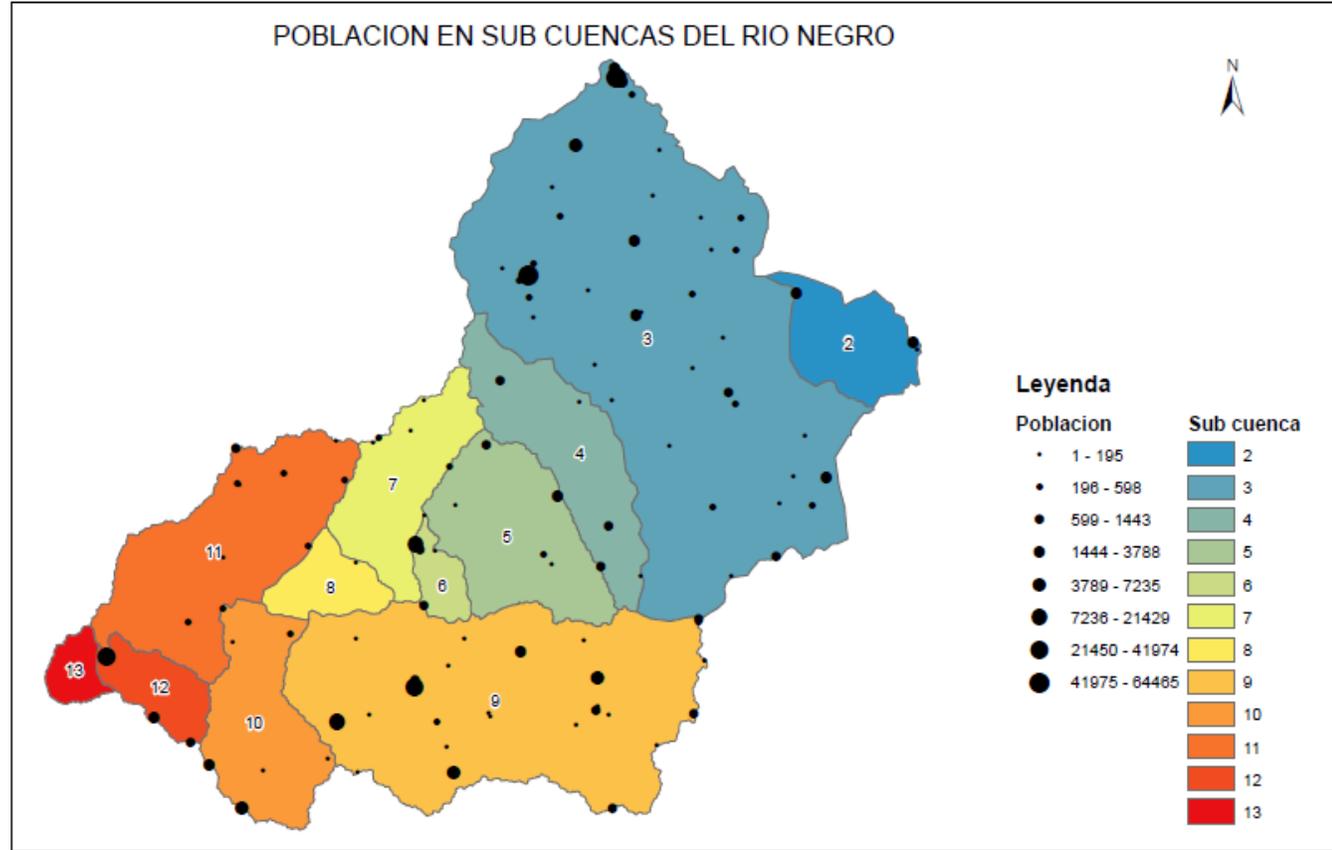
### Sub cuenca

- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13

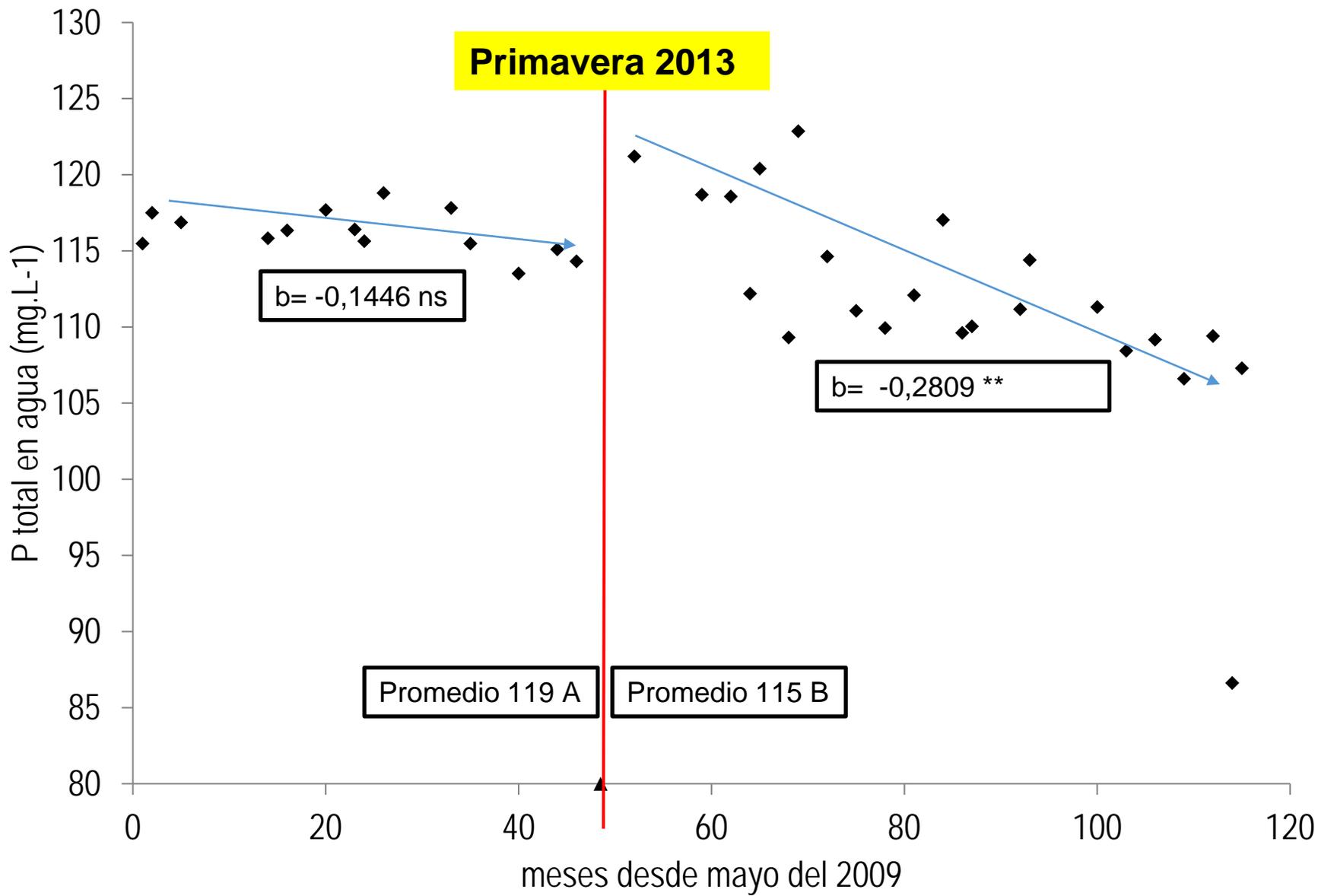
PREDIOS LECHEROS EN SUB CUENCAS DEL RIO NEGRO



POBLACION EN SUB CUENCAS DEL RIO NEGRO



**Fósforo Total: Cada Punto es el promedio de todo el Río Negro, en cada uno de los 4 monitoreos anuales desde 2009 a 2018**  
(A. Beretta, DGRN-MGAP, no public.)



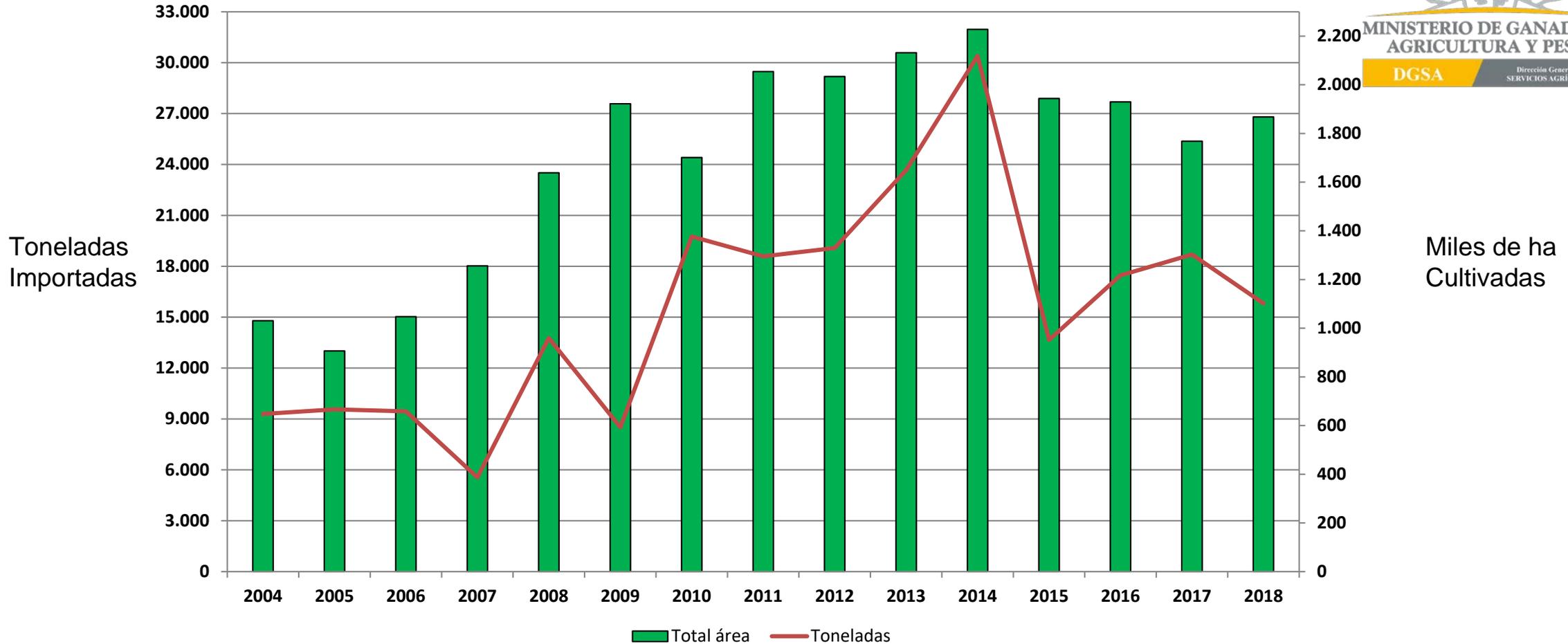


MINISTERIO DE GANADERÍA,  
AGRICULTURA Y PESCA

DGSA

Dirección General de  
SERVICIOS AGRÍCOLAS

## Evolución Area Sembrada de Cultivos e Importación de Agroquímicos



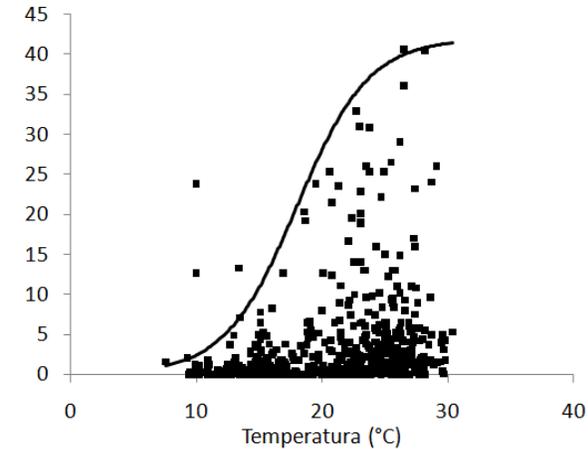
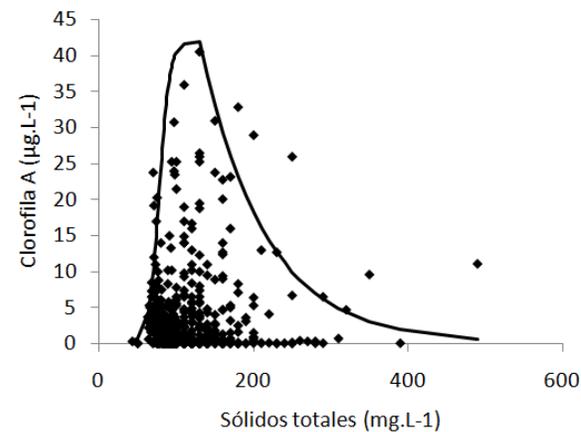
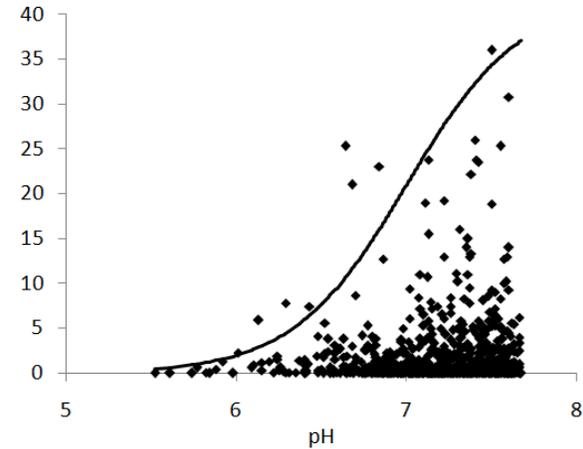
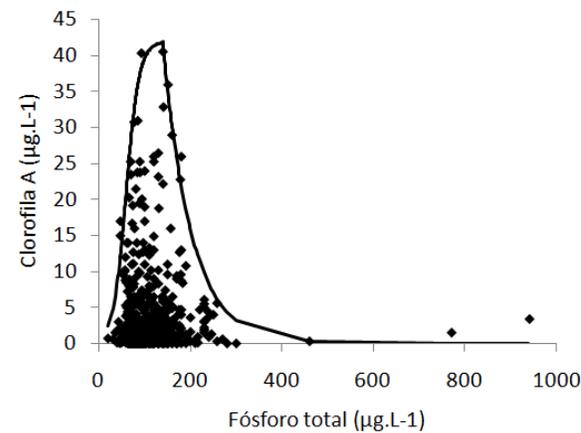
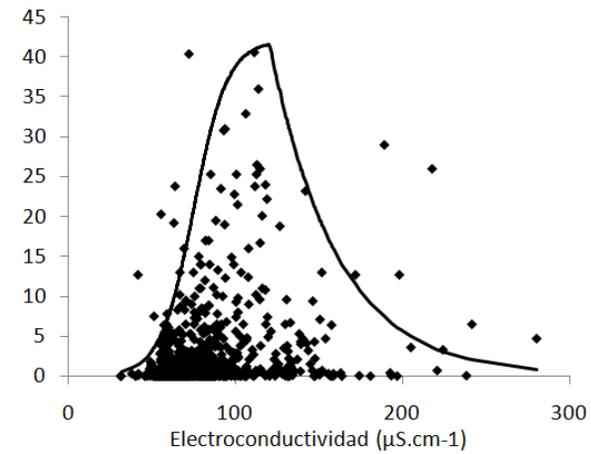
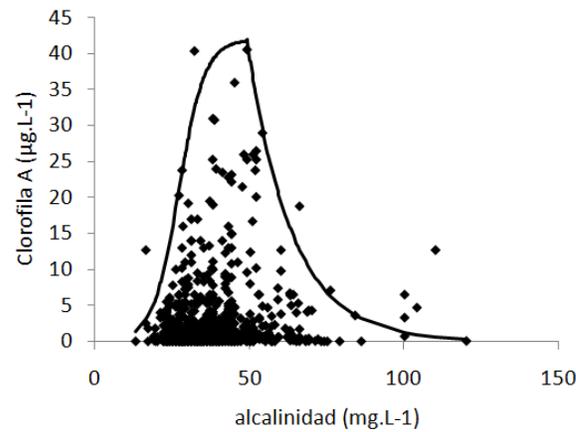
**También, en 2013 a 2014 inició la obligación de presentar y cumplir los Planes de Uso y Manejo Responsable (PUMR) de Suelos**

**Relación de Clorofila A con cada variable indicada en los Ríos Negro (2009-2018) y Uruguay (2014-2018).**

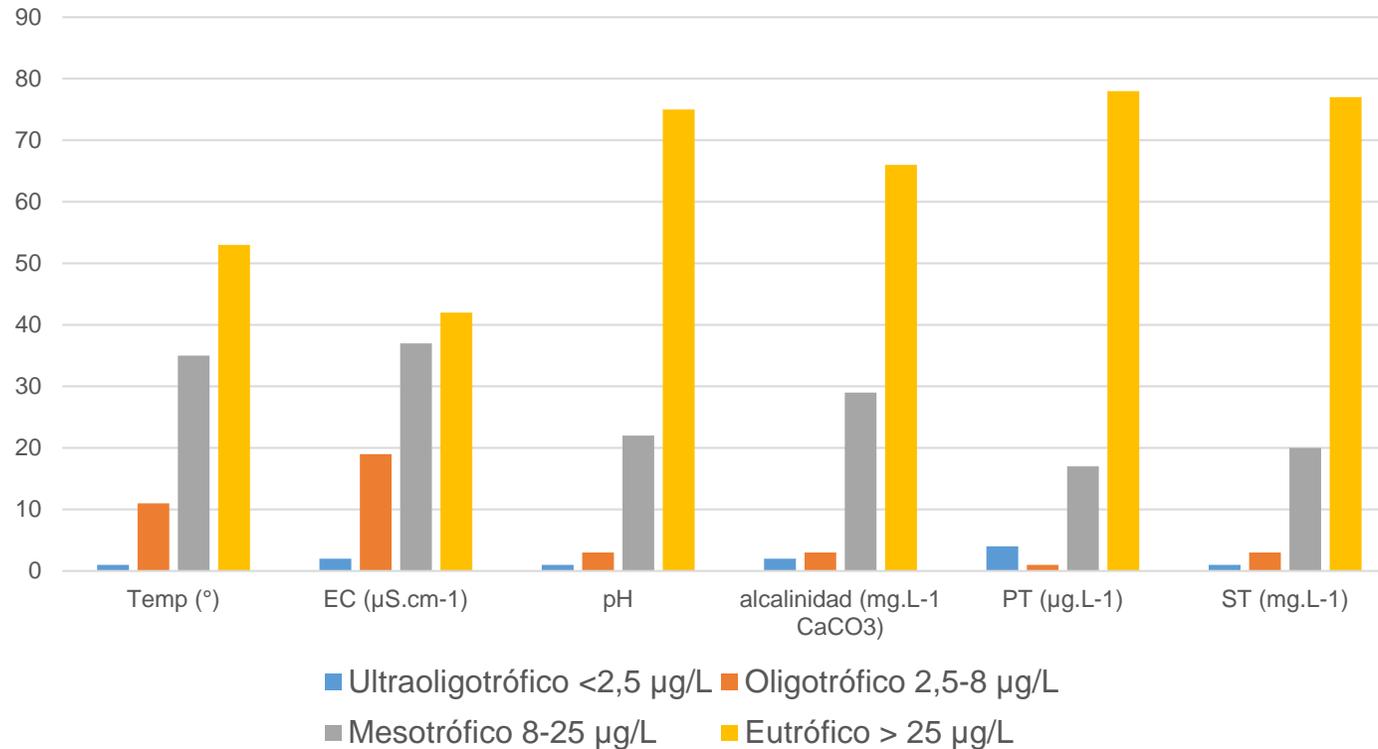
Datos tomados del Observatorio Ambiental de DINAMA. Corresponden a cada uno de los 4 muestreos anuales realizados.

La línea entera es la estimación de los valores mayores, dejando fuera el 2% de los que la superan.

**(Andrés Beretta, no publicado).**



Porcentaje de muestras en que la variable considerada limitó el desarrollo de un estado trófico (caracterizado por la Concentración de Clorofila A) superior



Las variables Temperatura, Electroconductividad y pH generan más variación en la concentración de clorofila A (presentan mayor correlación significativa).

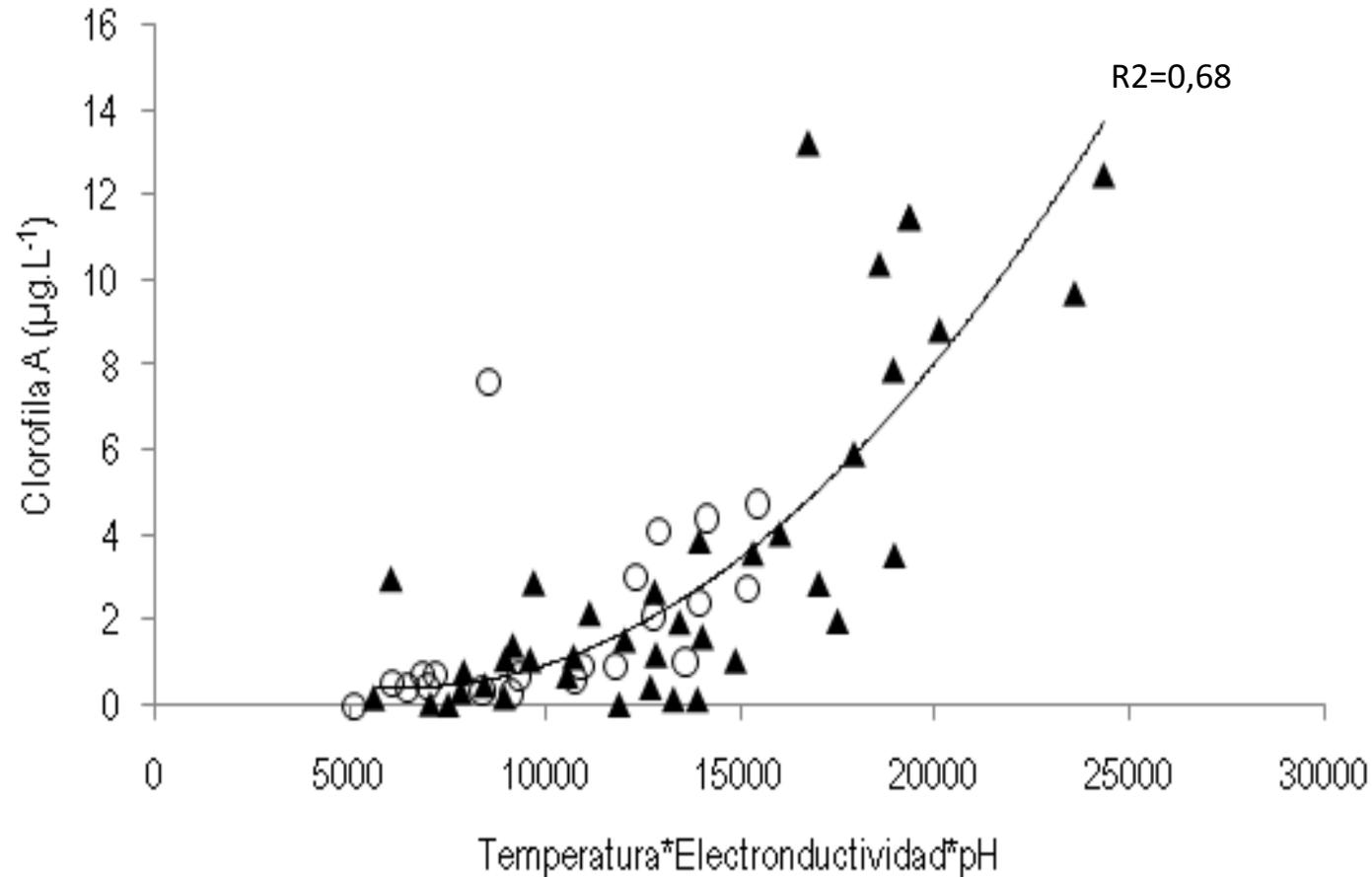
Alcalinidad y Electroconductividad están muy relacionadas y se eligió solo una.

PT y ST tuvieron baja correlación con Clorofila A. (Andrés Beretta, no public.).

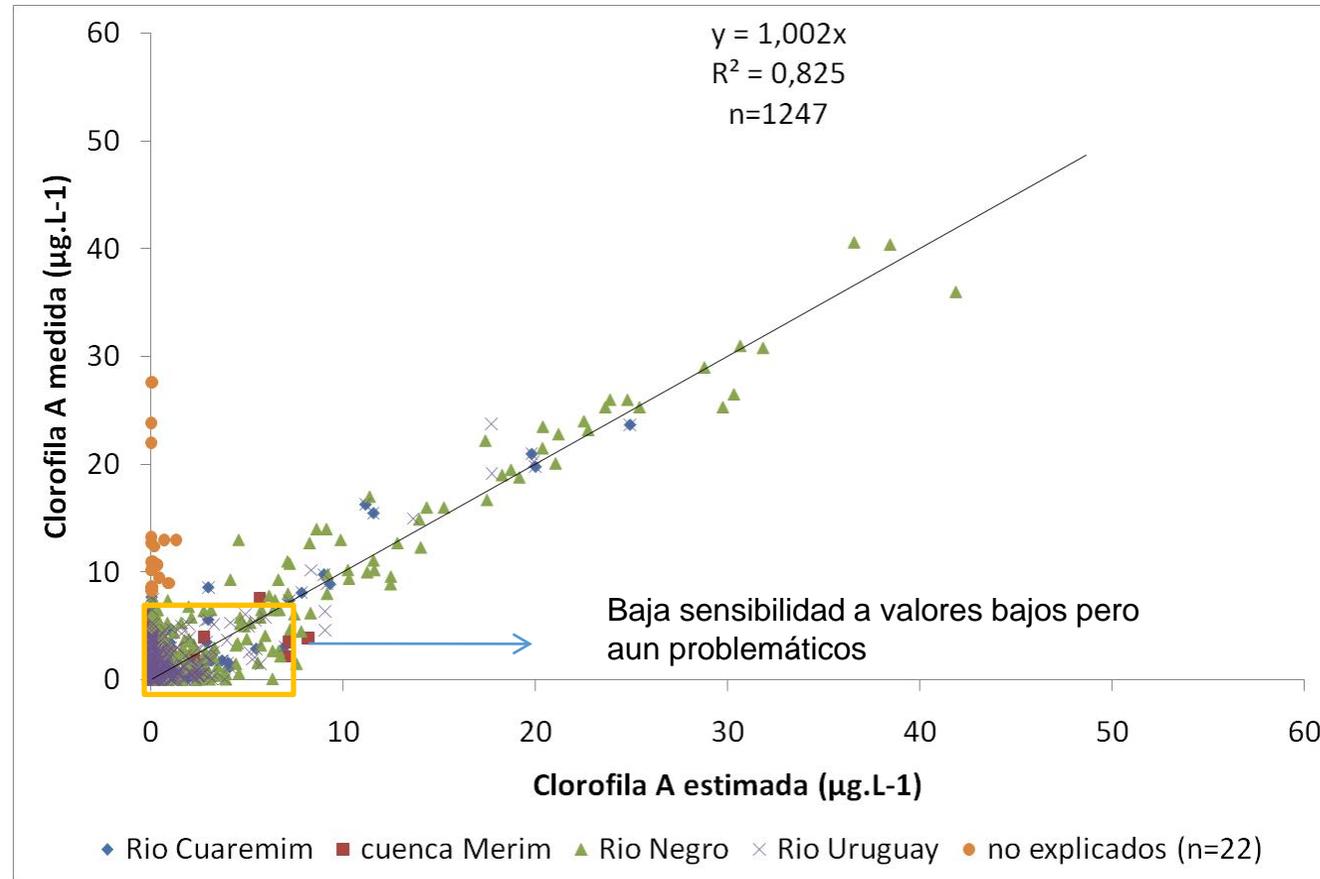
Valores de Clorofila A promedio de cada mes y año, en función de la interacción de los respectivos valores de temperatura, electroconductividad y pH.

Triángulos Río Negro (2009-2019), Círculos Río Uruguay (2014-2018).

(Andrés Beretta, no public.)



# Estimación de Clorofila A con una Red Neuronal (A.Beretta, utilizando los datos publicados en el Obs. Ambiental de DINAMA)



Variables incluidas: Alcalinidad, Cond. Eléctrica, P Total, pH, **Temperatura**, Mes (cantidad de radiación?), Sólidos totales (aporte de nutrientes y entrada de luz?)

# Conclusiones I

Los valores de clorofila A en agua de los Rios Uruguay y Negro dependen principalmente de la temperatura, la electroconductividad y el pH del agua .

El P Total está en un rango de valores que no limita mayormente las floraciones de cianobacterias; aún en cuencas bajo Campo Natural esos valores están alrededor de 100 µg/L. **NO** es posible mitigar las floraciones si solamente enfatizamos en la disminución de PT en agua.

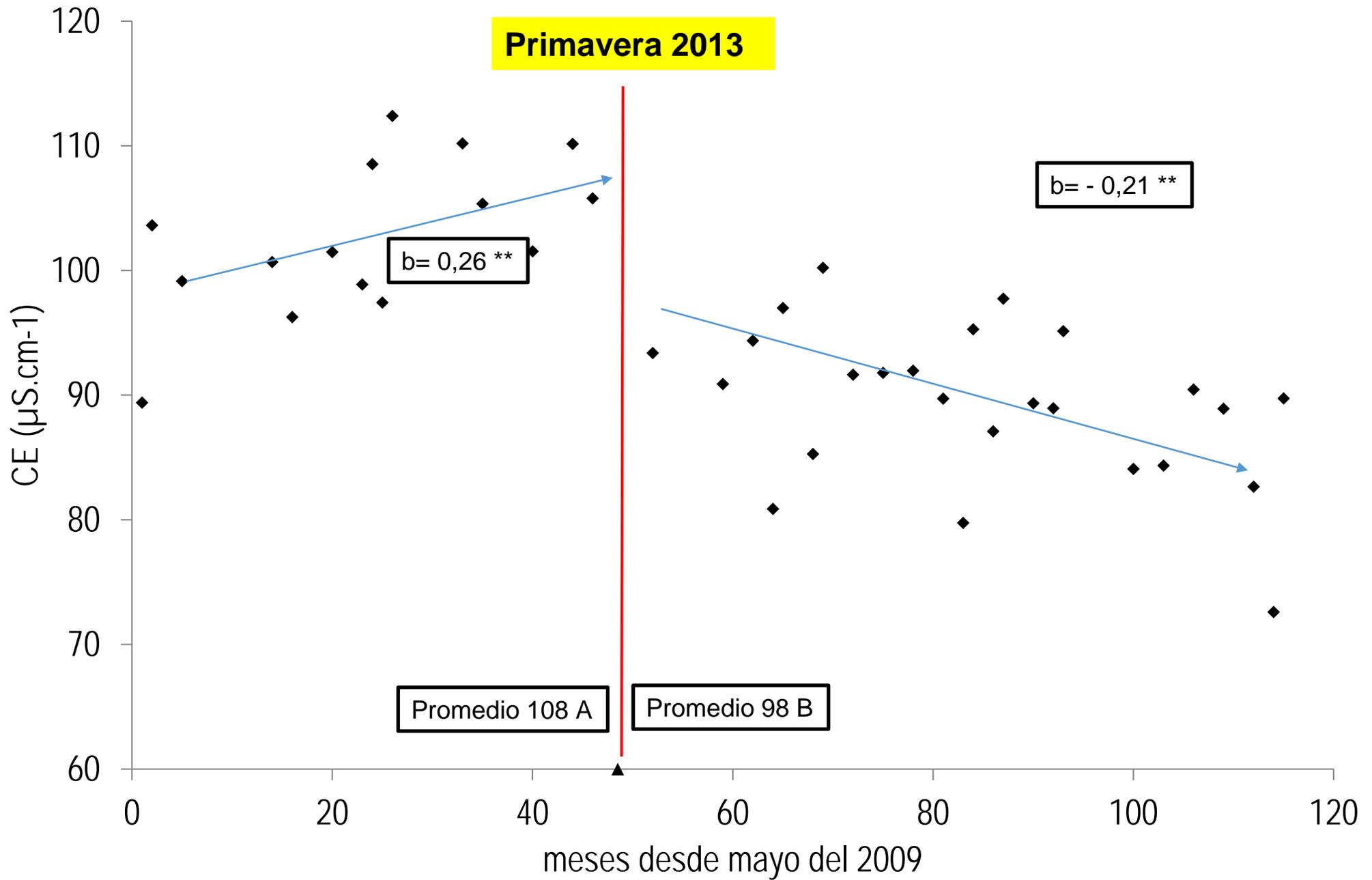
Los sistemas productivos que aportan más nutrientes (N y P) a las aguas son los que tiene mayor desbalance entre ingresos (**Ración** y Fertilizantes) y salidas en productos: **Lechería, Feedlots**, y los que nunca se habla como Criaderos de Monogástricos (Aves y Cerdos).

El bajísimo nivel de N monitoreado (en todas sus formas) no limita (??) la ocurrencia de las floraciones. Esto llevaría a revisar el protocolo de monitoreo de N, ¿no será mejor estimar balances de entradas y salidas en los sistemas productivos y en las cuencas?.

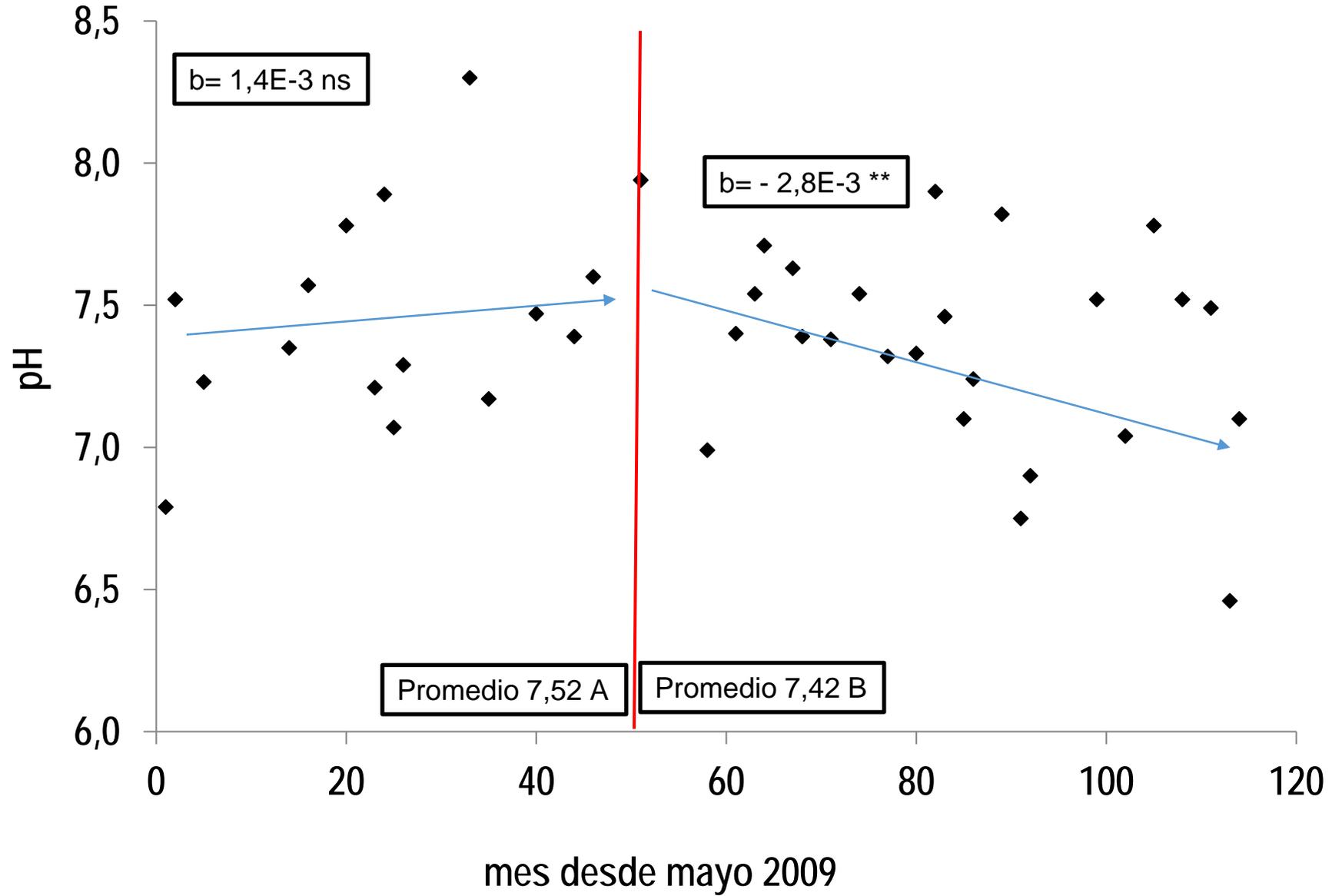
La minimización de la erosión (y el escurrimiento superficial) y la conservación del contenido de Materia Orgánica de los suelos conducen a reducir la llegada de Cationes (Bases Fuertes: Ca, Mg, K, Na), P y N a las aguas superficiales; pero la Temperatura del agua no tiene relación con las Actividades Agropecuarias en la cuenca .....

# Evolución de las variables de calidad de agua identificadas como más importantes, antes y después de 2013/14 (reducción Area Agrícola y exigencia de los Planes de Uso y Manejo Responsable) en el Río Negro

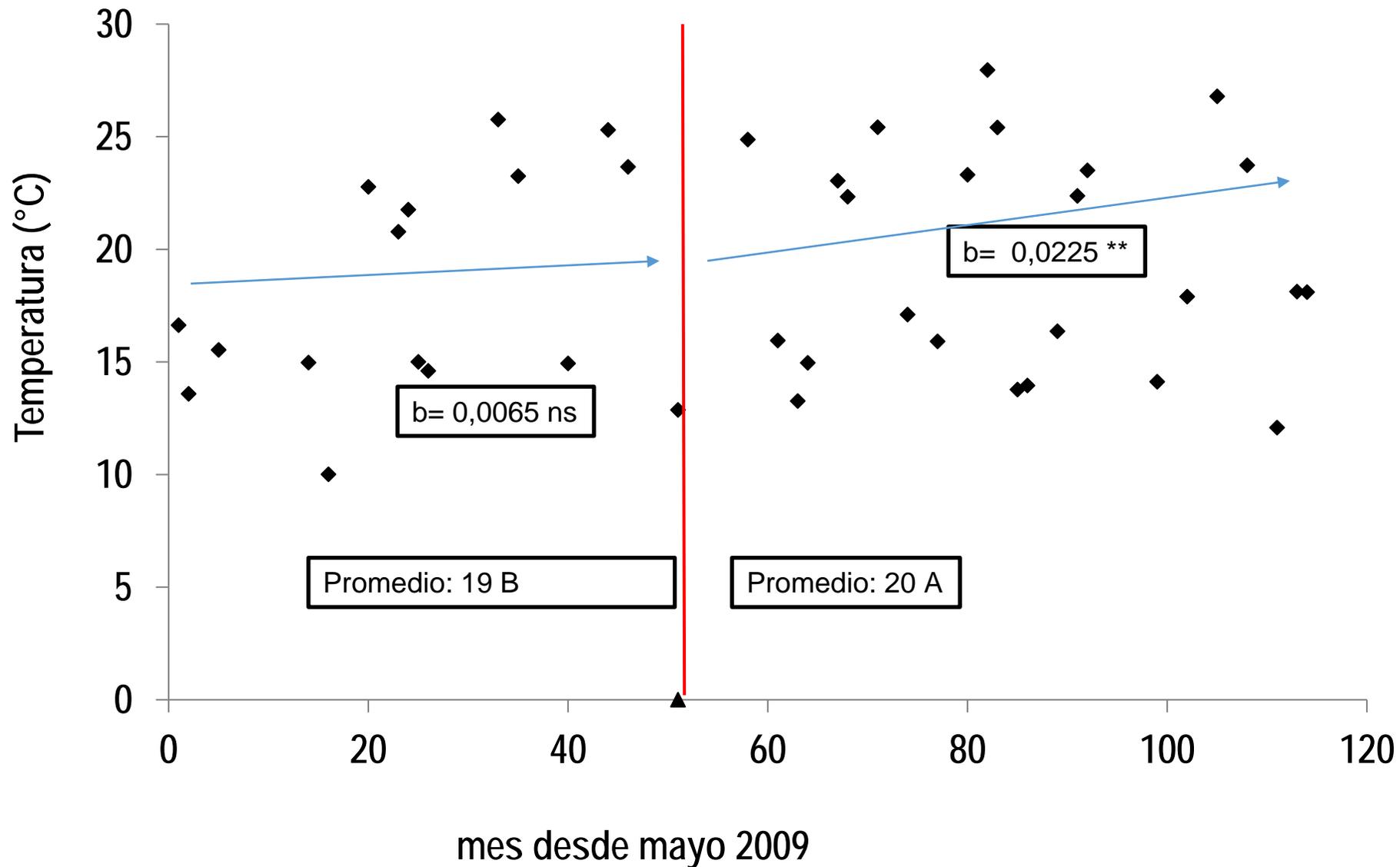
Cada Punto es el promedio de todo el río en cada una de las 4 determinaciones de monitoreo anuales desde 2009 a 2018



Primavera 2013



# Primavera 2013

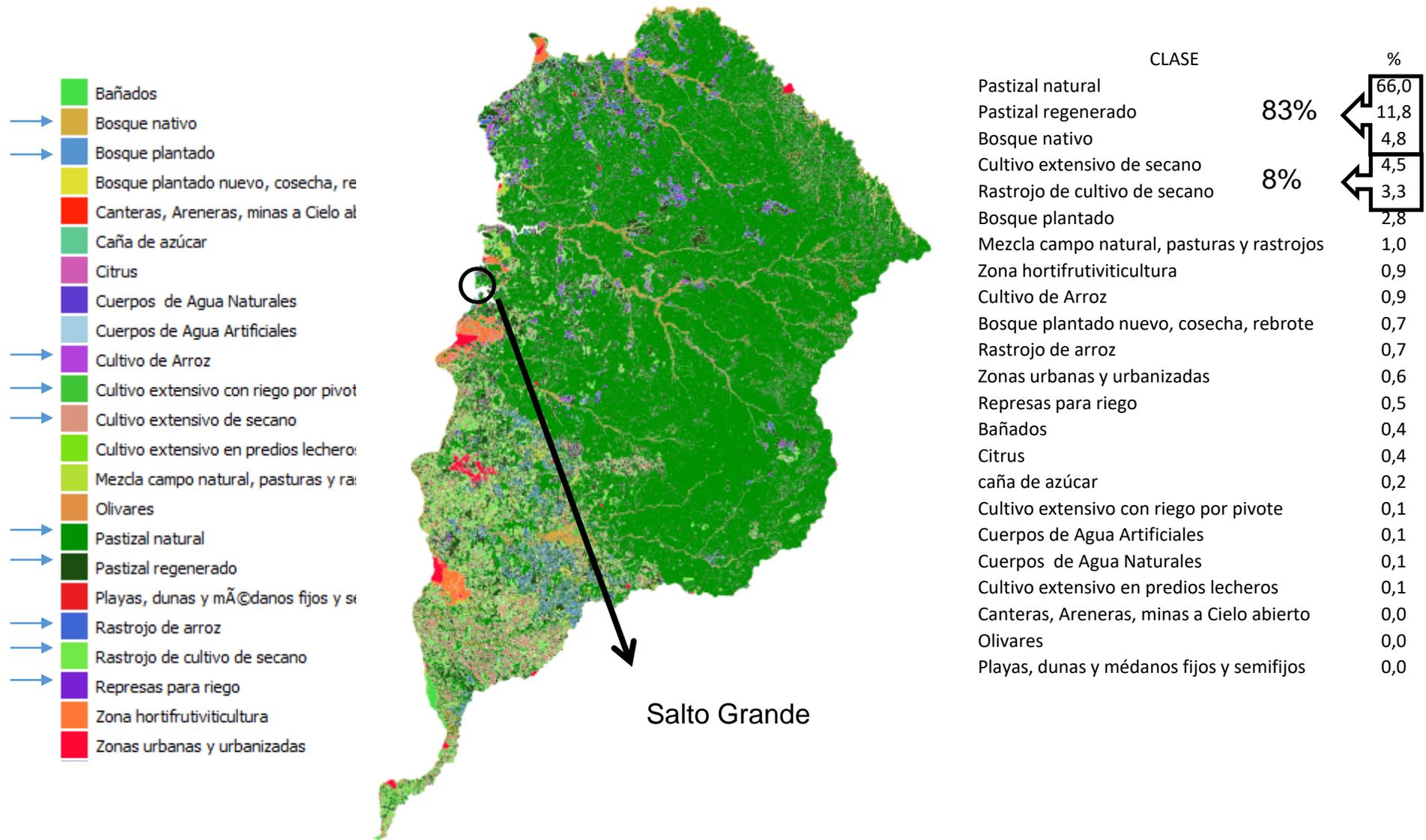


# Conclusiones II

Las medidas en aplicación (PUMR) y las nuevas a aplicarse (por ej., las de 2da. Generación para el Río Santa Lucía) están en el camino correcto, pero debe enfatizarse en la importancia de mitigar la erosión además de la presencia de nutrientes en el agua.

Es necesario priorizar estudios y trabajos de investigación sobre estos temas para mejor evaluar el peso relativo de las distintas causas de eutricación (particularmente las que no son Agricultura Anual) y la eficacia relativa de las distintas medidas para manejarlas.

# Uso del suelo en Cuenca ROU de Salto Grande (SIG-DGRN y DINOT)



# Aporte de erosión al P en agua en Río Negro

(Beretta, CLACS 2019)

- **Pérdida de suelo (USLE/RUSLE)**: valor **A** estimado para 2011 (Carrasco-Letellier y Beretta, 2014).
- Contenido de P del suelo: Hernandez et al (2013)

Dilución del P que llega al agua

**Escurrimiento mensual estimado con modelo de Temmez**

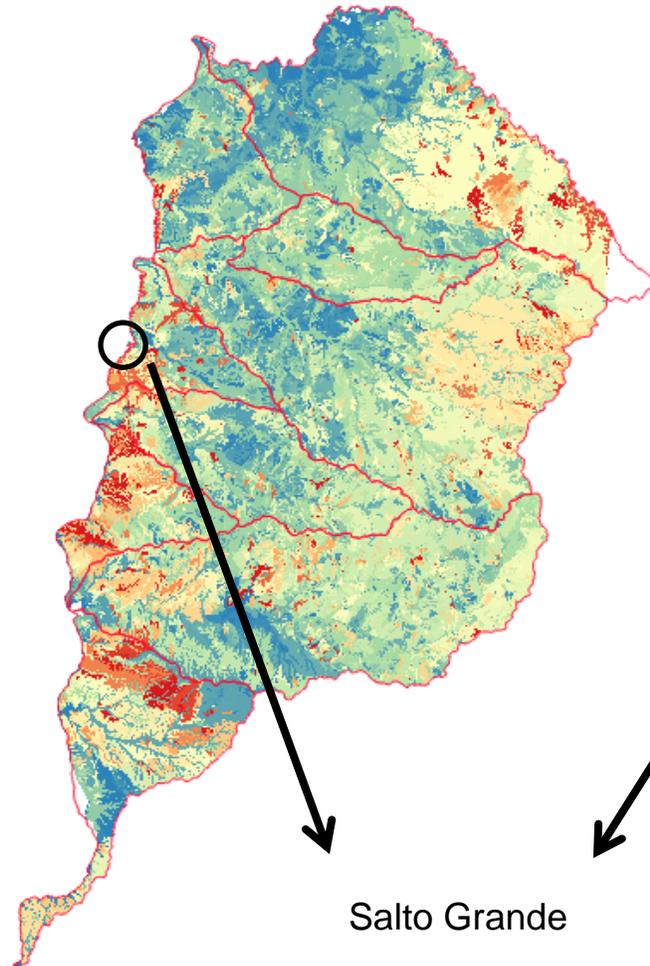
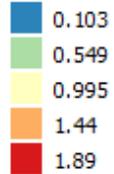
**$(\text{m}^3(\text{ha.mes})^{-1})$**

-----

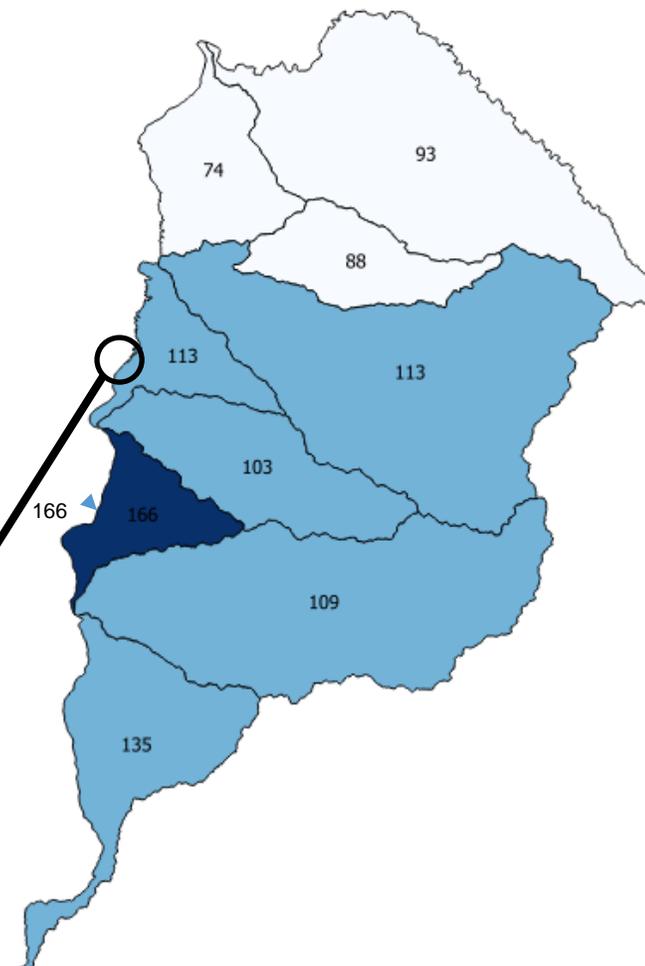
- Se promedia el año
- **El promedio de PT sería de 107  $\mu\text{g/L}$  con el Uso de 2011 y bajaría a 84  $\mu\text{g/L}$  si todo fuera Campo Natural.**

# Uso del suelo Actual (SIG-DGRN y DINOT) y PT estimado en agua como en Río Negro (Beretta, CLACS 2019)

Kg/ha P perdido erosión  
USLE/RUSLE\*[P]



Valores estimados de PT en agua ( $\mu\text{g/L}$ ), acorde a erosión y escurrimiento



Salto Grande



Organización de las Naciones  
Unidas para la Alimentación  
y la Agricultura



DETENGAMOS LA EROSIÓN DEL SUELO

SALVEMOS NUESTRO FUTURO

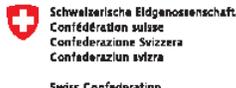
# Día Mundial del Suelo

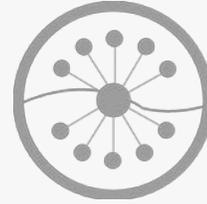
5 DICIEMBRE 2019



ALIANZA MUNDIAL  
POR EL SUELO

Gracias al apoyo financiero de





# MUCHAS GRACIAS

DGRN-MGAP

Uruguay  Agro Inteligente



MINISTERIO DE GANADERÍA,  
AGRICULTURA Y PESCA