

# Mapa predictivo de fuentes de contaminación difusa de fitosanitarios y caracterización del impacto sobre las comunidades de anfibios, en una microcuenca del Río Santa Lucía

Estudiante: Lic. Magdalena Carabio Foti  
Tutores: Dr. Álvaro Soutullo y Dr. Marcel Achkar



## Contexto

---

- Agroexpansión (2003 en adelante; pico en 2013)
  - Agricultura de secano
  - Productos fitosanitarios (PF)
  
- Conflicto por mal sabor de agua de OSE (2013)
  - Evidencia de escasez de información sobre PF
  - Prioridad cuenca del Río Santa Lucía

# Objetivos

---

- 1) Generar un mapa predictivo de fuentes de contaminación difusa de fitosanitarios para la cuenca del Arroyo de La Virgen (microcuenca del Río Santa Lucía)
- 2) Relacionar parámetros comunitarios de anfibios y atributos morfológicos individuales con la presencia de PF
- 3) Identificar especies de anfibios con potencial para ser utilizadas como bioindicadoras de la presencia de PF

# Modelo SWAT

---

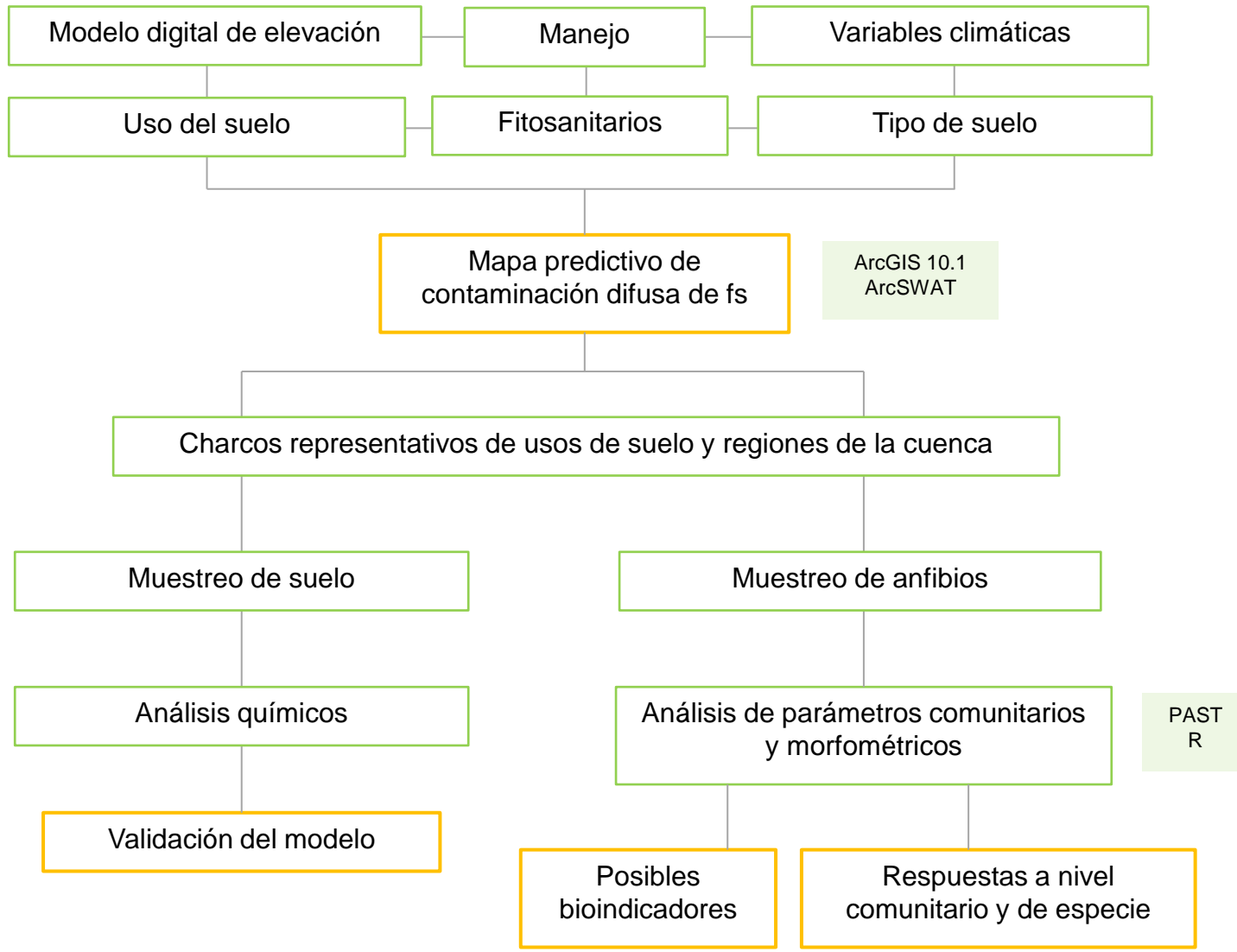
- Desarrollado por el Dr. Jeff Arnold para el Servicio de Investigaciones Agrícolas (ARS) del departamento de agricultura de Estados Unidos (USDA)
- Permite modelar a escala de cuenca hidrográfica para predecir el impacto de las prácticas de manejo de las cuencas sobre el agua, el suelo y los rendimientos químicos agrícolas en cuencas complejas con suelos, usos del suelo y condiciones de manejo variables a través del tiempo.
- Incorpora ecuaciones de regresión para describir las relaciones entre sus variables de entrada y salida.
- Simula el movimiento de los PF vía escorrentía superficial (en solución y adsorbidos a los sedimentos transportados por la escorrentía), y dentro del perfil del suelo y hacia acuíferos vía percolación (en solución).
- Aplicado satisfactoriamente y recomendado para modelar el comportamiento de los PF en regiones agrícolas.

**Etapa 1:**  
Generación de insumos para el modelo

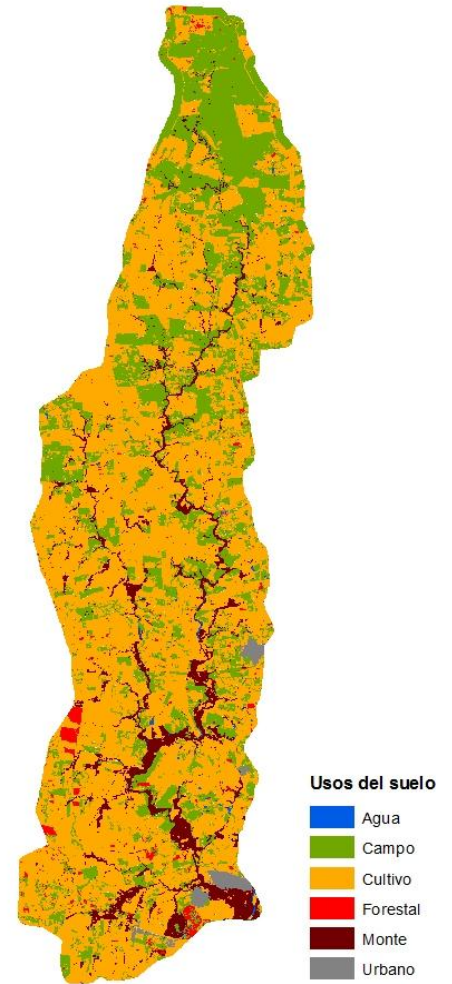
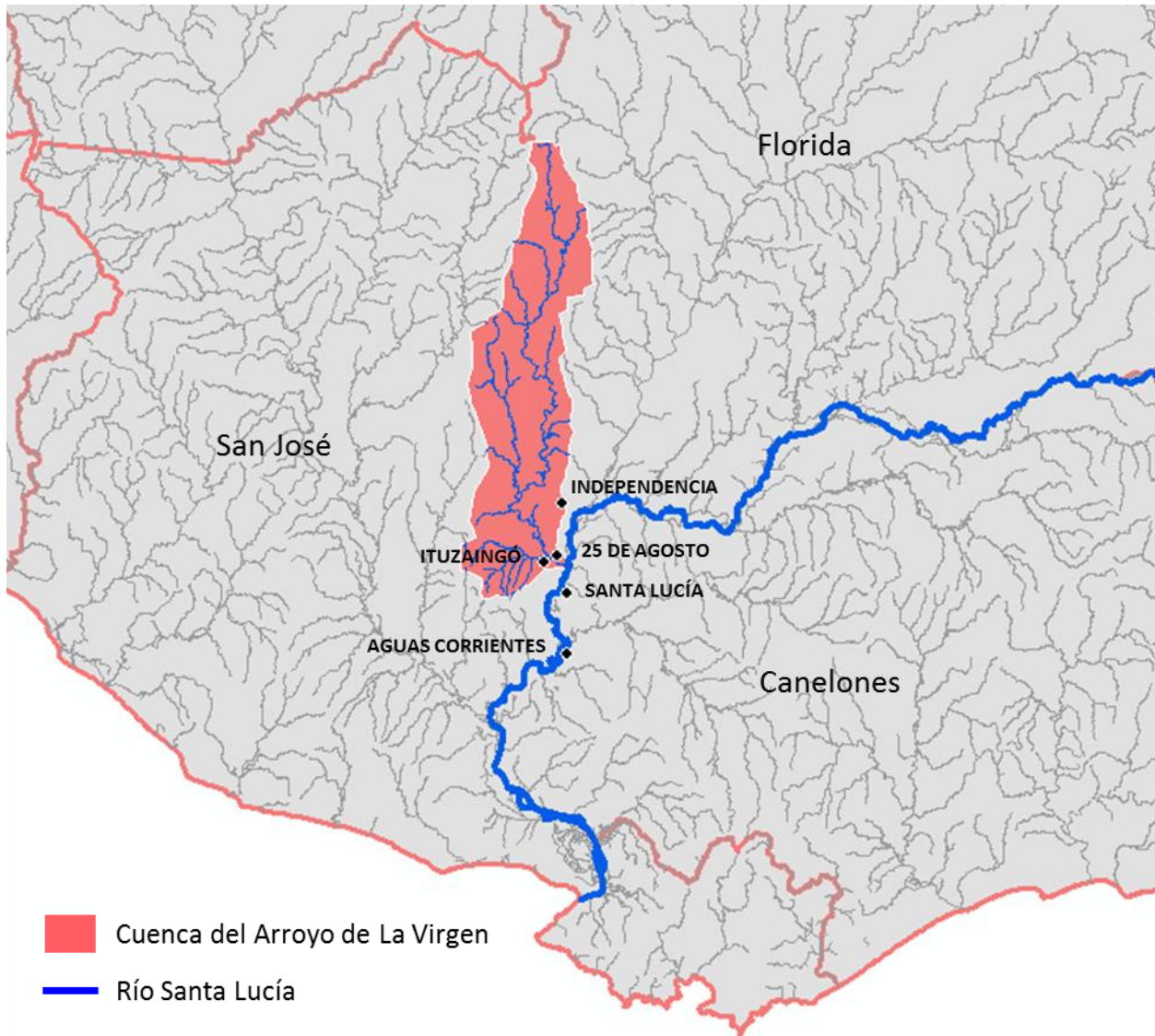
**Etapa 2:**  
Modelación

**Etapa 3:**  
Campañas de campo

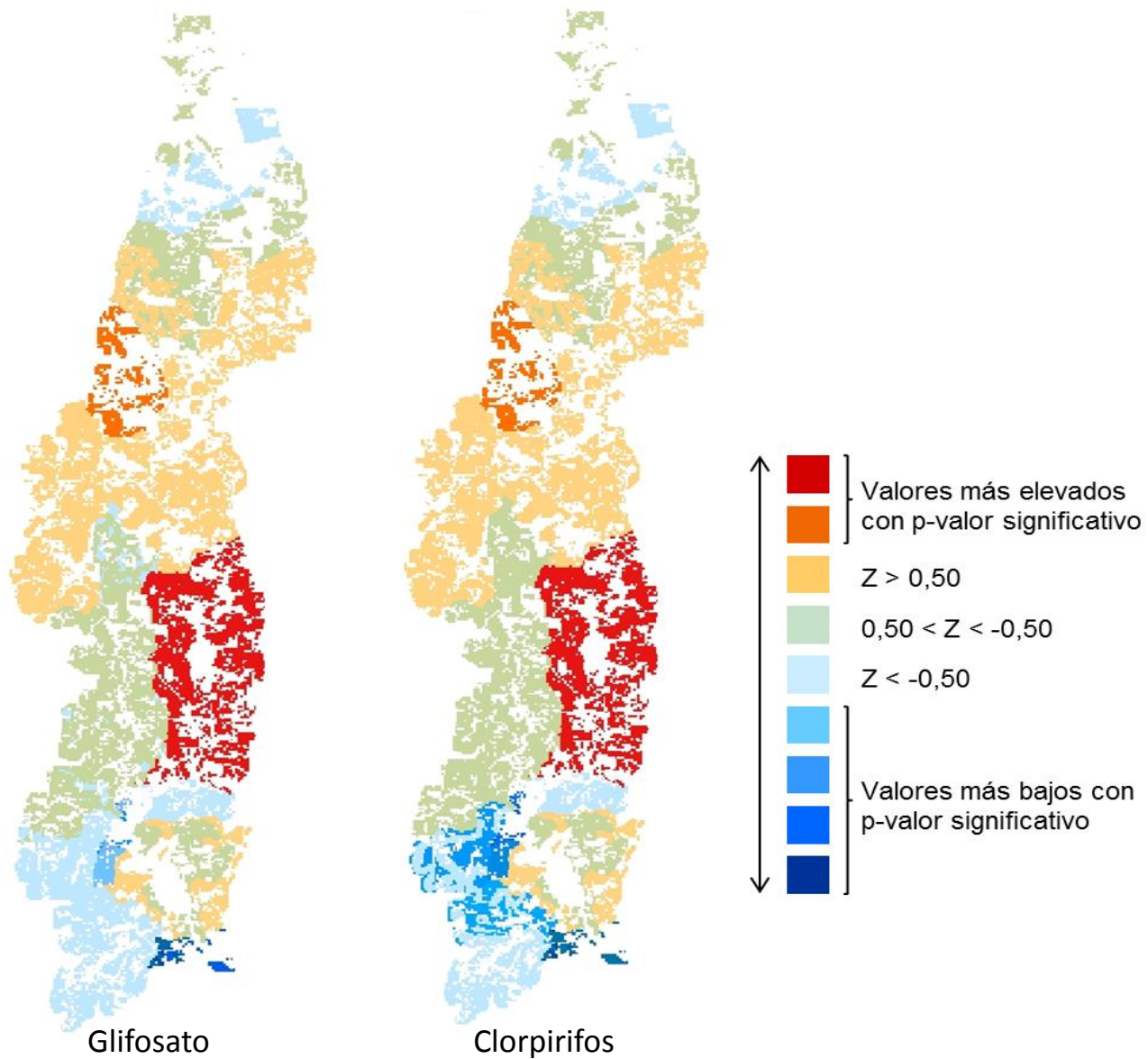
**Etapa 4:**  
Validación, análisis e interpretación de resultados.



# Área de estudio

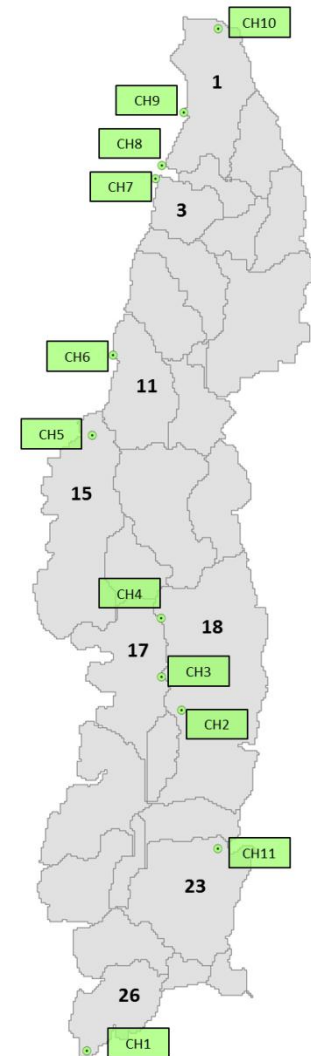


# Resultado de la modelación: mapas de exportación/retención



# Campañas de campo

- 2: diciembre de 2014 y marzo de 2015
- 11 charcos (3 Cultivo; 3 Campo Natural; 5 pradera)
- Muestra de sedimento tomada del borde de cada charco
- Muestreo estandarizado de anfibios:
  - larvas durante el día (calderín)
  - adultos en la noche (cantos y avistamientos)





# Compuestos sugeridos para su análisis

## Herbicidas

- metabolitos de glifosato
- atrazina
- derivados fenoxiacéticos (2-4D, MCPA), también llamados hormonales
- Flumetsulam , tomando en cuenta su prolongada persistencia en el suelo y Fluroxipyr por su grupo químico y modo de acción, muy similar a los fenoxiacéticos (2-4D, MCPA)

## Insecticidas

- Clorantraniliprol, es lo que se está prefiriendo usar (como más nuevo), ante la presencia de *Helicoverpa spp.* en soja
- Clorpirifos
- Estaría bueno incluir algún regulador de crecimiento (inhibidores de la síntesis de quitina: Triflumurón o Teflubenzurón)

## Expertos consultados

- Ing. Agr. Msc. Julio Rodríguez Lagreca - asesor en Recursos Naturales, Unidad de Gestión de Proyectos, MGAP
- Ing. Agr. Dr. Enrique Castiglioni – docente G4, Centro Universitario Regional Este - UdelaR

Aldrin  
alfa HCH

### **AMPA**

Atrazina  
beta HCH

### **Cipermetrina**

### **Clordano (Cis)**

Clordano (trans)

### **Clorpirifos**

delta HCH

Dieldrin

### **Endosulfan alfa**

Endosulfan beta

### **Endosulfan sulfato**

Endrin

### **Glifosato**

Heptacloro

Heptacloro epoxido

### **Hexaclorobenceno**

Lindano

Metoxiclor

### **Mirex**

Nonaclor (cis)

Nonaclor (trans)

o,p DDD

**o,p DDE**

o,p DDT

Oxiclordano

p,p'DDD

**p,p'DDE**

p,p'DDT

# Resultados: validación del modelo

## Correlación

R (Spearman)=0,73905

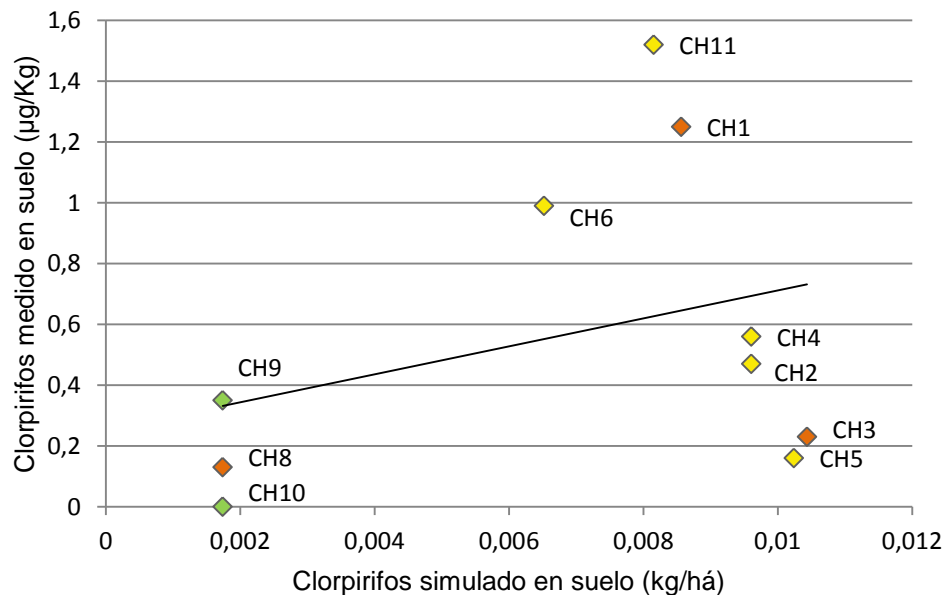
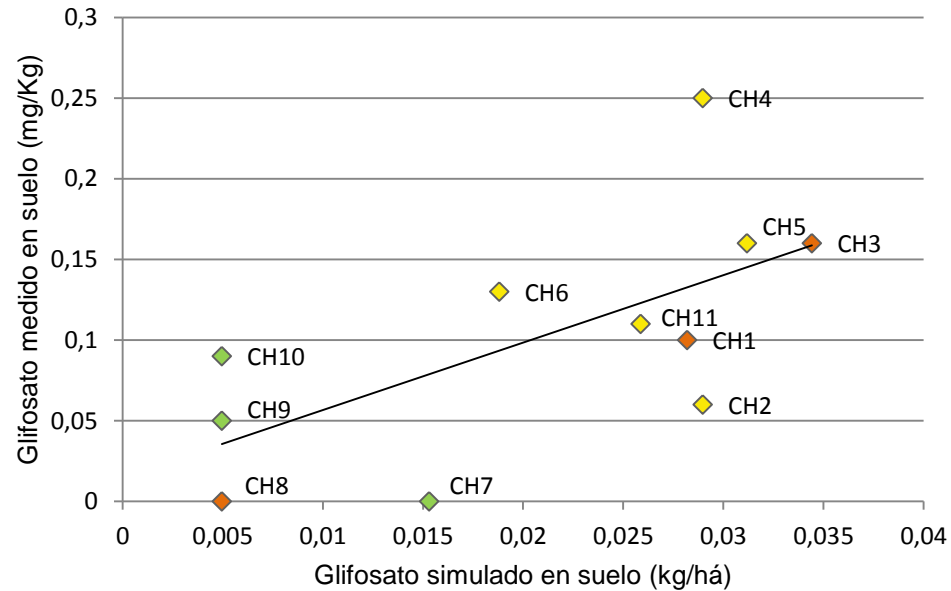
p=0,00936

## Regresión lineal

$y = 6,51E-06x - 0,033247$

$R^2 = 0,41302$

p = 0,032959



## Correlación

R (Spearman)=0,17233

p=0,63403

# Resultados: Tabla resumen

Zona	Punto	Uso	Sp	L	[Clor]	[Gly]
Baja	CH1	C	Negativo	Negativo	Negativo	Intermedio
	CH11	P	Negativo	Negativo	Negativo	Intermedio
Media	CH2	P	Negativo	Negativo	Intermedio	Positivo
	CH3	C	Intermedio	Negativo	Intermedio	Intermedio
	CH4	P	Intermedio	Negativo	Intermedio	Intermedio
	CH5	P	Intermedio	Positivo	Intermedio	Intermedio
	CH6	P	Intermedio	Negativo	Negativo	Negativo
Alta	CH7	CN	Positivo	Positivo	NA	Positivo
	CH8	C	Positivo	Positivo	Intermedio	Negativo
	CH9	CN	Positivo	Negativo	Intermedio	Positivo
	CH10	CN	Positivo	Intermedio	Positivo	Positivo

Uso – C: cultivo, P: pradera, CN: campo natural

Sp: número total de especies

L: número total de especies en estadio larval

[Clor]: concentración de clorpirifos

[Gly]: concentración de glifosato

NA
Intermedio
Negativo
Positivo

## Asociaciones estadísticas

- P/A de especies: CH1, CH11, CH2, CH4 y CH6 → ↓ Spp + ↑ [Clorpirifos]
- Conteo de larvas: CH5, CH7 y CH8 → ↑ Abundancia + ↓ [Clorpirifos]

# Comentarios finales

---

- 1 Pusimos a prueba el potencial del modelo SWAT para generar mapas predictivos de fuentes de contaminación difusa, a partir de información "de baja resolución" y resultó ser representativo al menos para Glifosato.

A futuro: (1) validar con mayor esfuerzo de muestreo  
(2) probar para diferentes PF  
(3) calibrar el modelo (o bien, afinar datos)

## Potencialidad de estos mapas

- pueden usarse para identificar áreas que pueden actuar como fuente importante de contaminación difusa y áreas en las que se necesita monitoreo porque existen riesgos elevados de deterioro de calidad ambiental (ie. alta retención)
- como insumo para el ordenamiento territorial; se pueden generar escenarios que permitan evaluar a nivel de cuencas potenciales riesgos de diferentes configuraciones del uso del suelo

- 2 Los resultados **preliminares** sugieren que la exposición diferencial a PF puede tener efectos importantes a nivel de comunidades de anfibios, que pueden ser usados como proxy de otros organismos no blanco de los PF.
- 3 El hecho de que se hayan observado grandes diferencias en la composición de especies sugiere que existe potencial para diseñar programas de monitoreo participativo basados en muestreos relativamente sencillos de anfibios, que podrían funcionar como alerta temprana.

En todo caso, es *necesario profundizar* en el análisis de los datos obtenidos respecto a anfibios.