

Curso “Eutrofización y biogeoquímica ambiental del fósforo”
CURE Maldonado - UdelaR

¿Qué aspectos de las prácticas agrícolas ganaderas deberíamos/podríamos mejorar a nivel país para disminuir las emisiones de P?

Verónica Ciganda
Andrés Quincke
Claudia Simón
Julieta Mariotta



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
U R U G U A Y

Objetivo general de la presentación

- Analizar y discutir cómo la organización del predio y las prácticas de producción y de manejo se vinculan con la conservación de la calidad de las aguas superficiales.
- Descubrir cómo se puede cuidar el agua con bajo costo y -mejor aún- incidiendo en otras dimensiones del agroecosistema.

Un enfoque integrado y organizado: *La sistematización del predio*

- Los sistemas de producción, -aún aplicando los "Planes de Uso"-, presentan **riesgos para la conservación** del ambiente;
- El manejo y conservación de recursos naturales debe ser abordado con **una visión más comprehensiva** de la planificación del predio;
- **Sistematización** con sentido amplio: planificación espacial (y temporal) del establecimiento para la implementación sistemática de las prácticas de manejo, bienestar animal y conservación de suelos, aguas y biodiversidad.
- Valorizar y **recuperar** "subsistemas": áreas riparias, montes de abrigo, cuerpos de agua.

Sistema de *Producción y Conservación de suelos y aguas:*

- Sistematización del campo
 - Planes de uso y manejo del suelo
 - Labores en contorno
 - Protección y manejo de desagües
 - Zonas buffer
- Rotación de cultivos
- Siembra directa
- Cobertura del suelo
- Minimizar tiempos de barchecho
- Pastoreo planificado y zonas de exclusión



By Larry Meyer

¿Qué factores se deben manejar para controlar las pérdidas de P?

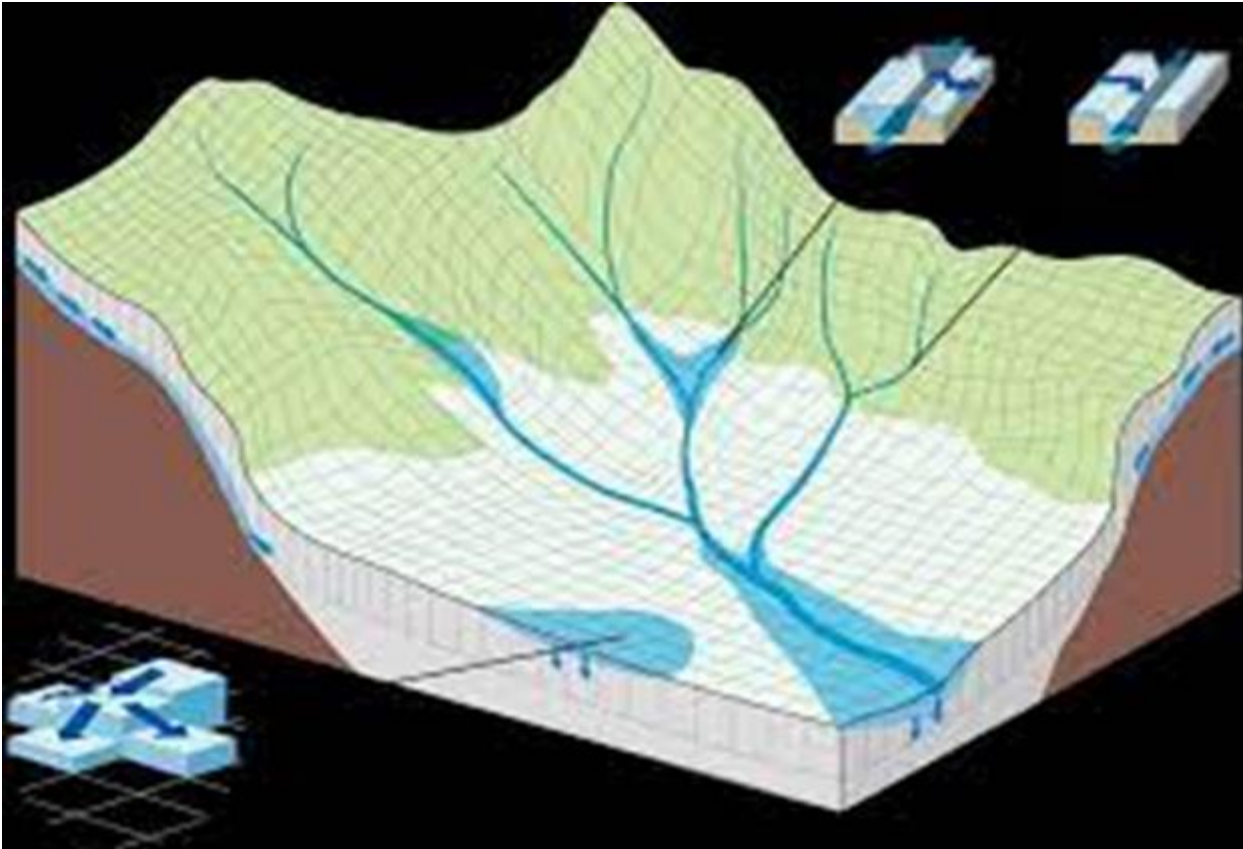
Factores de TRANSPORTE

- Se relacionan con erosión y escurrimiento
- Prácticas: cuidar desagües, zonas buffer, fajas a nivel empastadas, agricultura en curvas de nivel, siembra directa, cobertura del suelo
- Son prácticas “apilables” (→ no limitarse a aplicar UNA sola!)

Factores de APORTE (*source factors*)

- Manejo de la fertilización: localización, dosis, momento
- Lograr eficiencia de uso, análisis de suelo, evitar aplicar en áreas críticas, manejo del pastoreo, excluir ganado de áreas críticas, etc.

Proceso natural de colecta de agua escurrimiento



- El uso agrícola-ganadero de los suelos es considerado la fuente principal de aporte de P a cursos de agua superficiales.
- Se carece de suficiente información y de herramientas para estimar con precisión estos aportes.

Distribución del Fósforo en el Perfil del Suelo

El fósforo es poco móvil en el suelo:

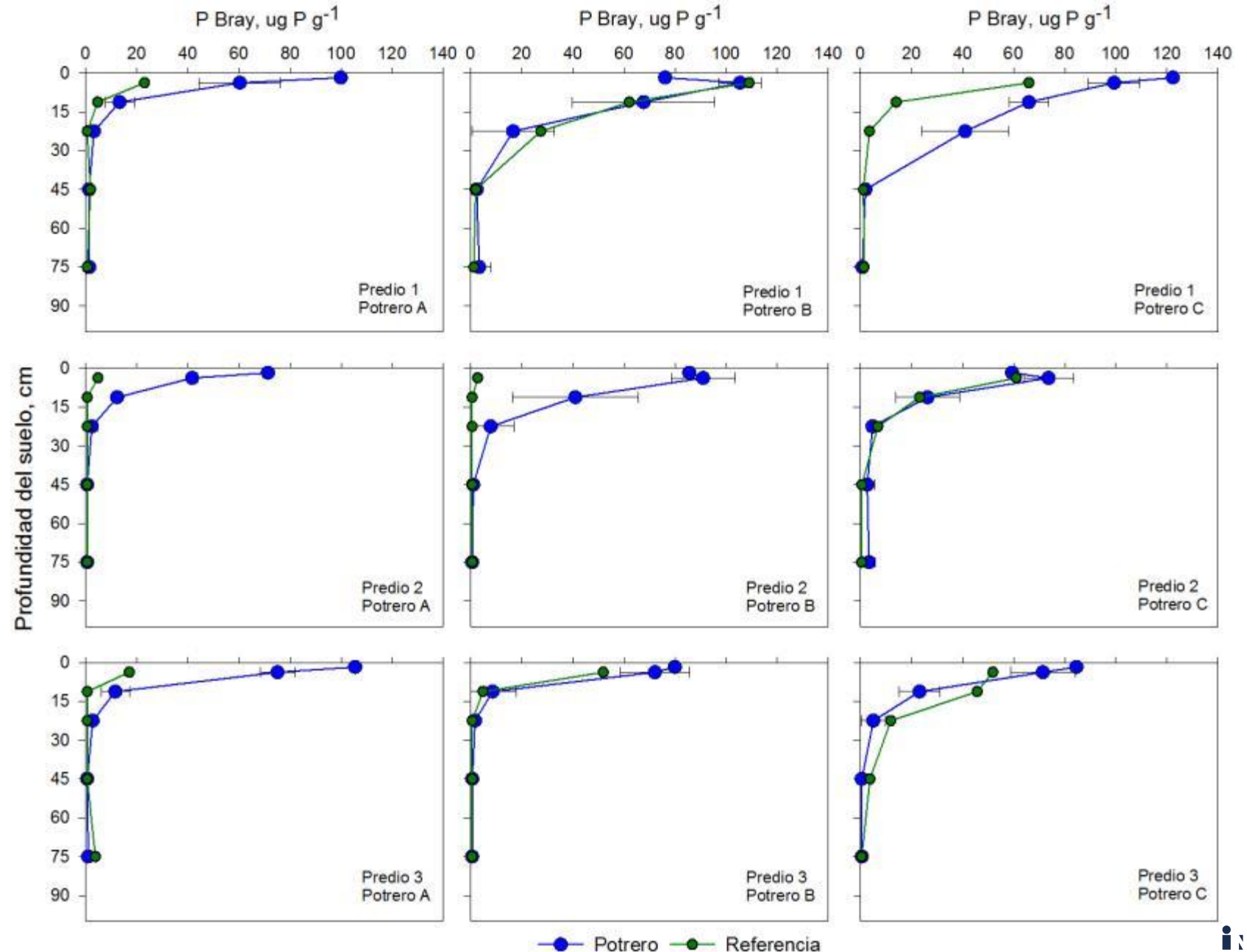
. Alta estratificación

La siembra directa reduce la erosión, pero:

. Las partículas de suelo son más ricas en P

Además:

. el P “se lava” con el agua de escurrimiento.



El agua de escurrimiento arrastra...

- . Partículas de suelo
- . Nutrientes disueltos

Componentes del Índice de P

Índice de P ($\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$)

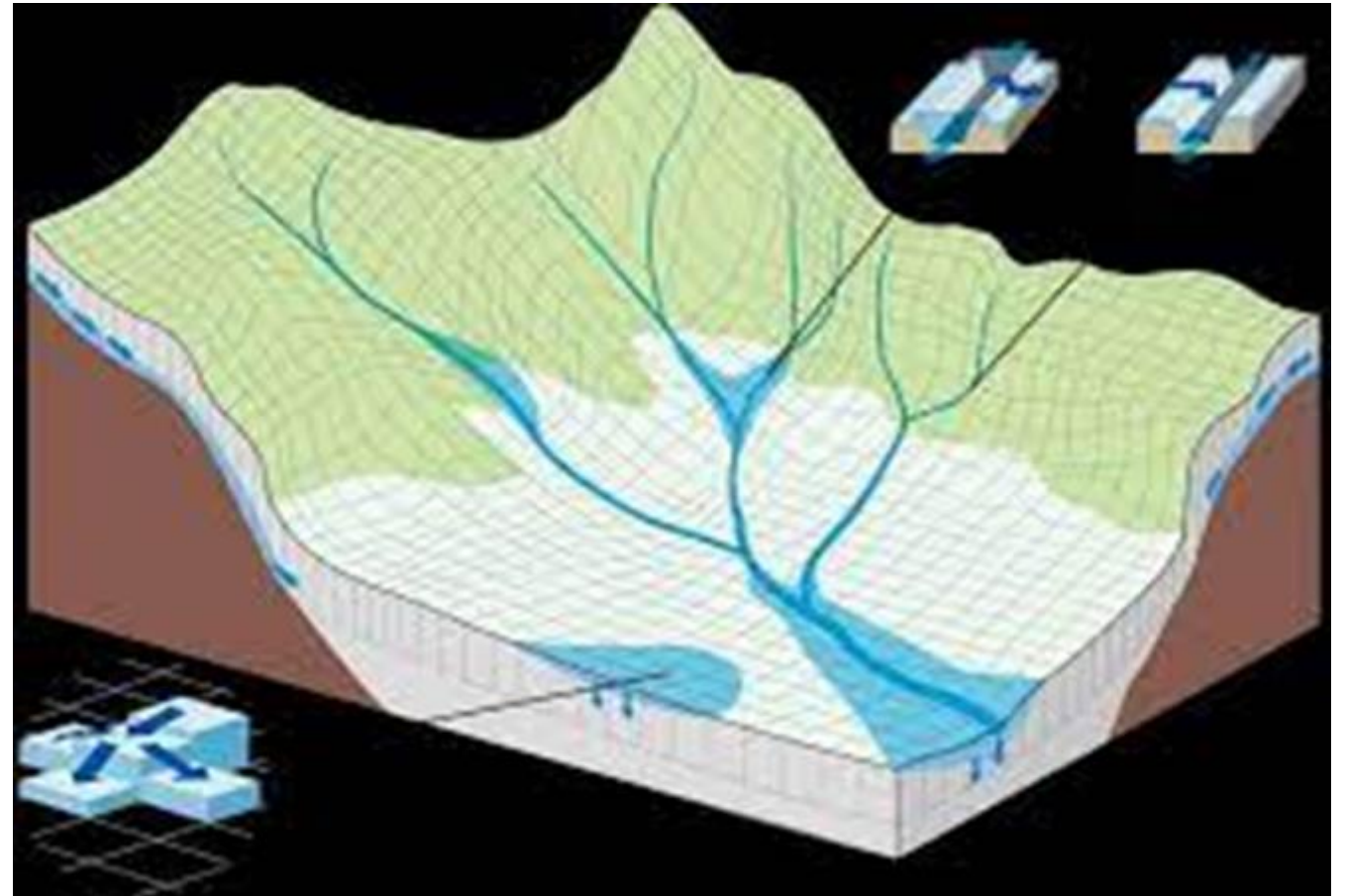
$$IP = PP + PS$$

- **PP: P Particulado**

- $PP = \text{Erosión} (\text{ton ha}^{-1} \text{año}^{-1}) \times PT \times IE \times 0,001$
 - $PT = \text{Conc. de P total del suelo} (\text{mg kg}^{-1})$
 - $IE = \text{Índice de Enriquecimiento} (1,3 \text{ a } 1,7)$
- Erosión: RUSLE 2

- **PS: P Soluble**

- $PS = \text{Escurrecimiento} (\text{mm}) \times CPS \times 0,01$
 - $CPS = \text{Conc. de PS del agua de escurrimiento} (\text{mg L}^{-1})$
- Escurrecimiento: Curve Number



Perdomo, 2015

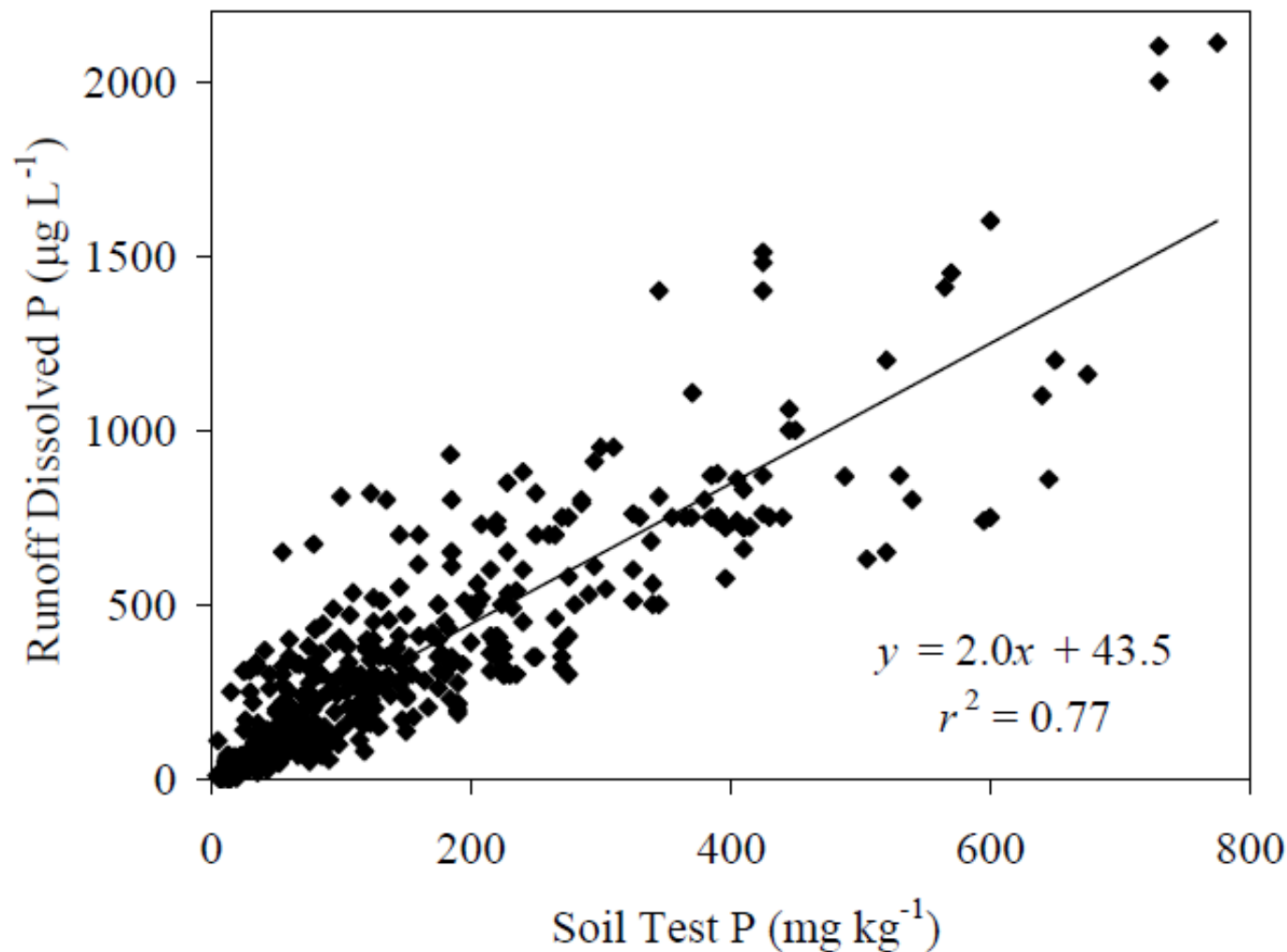


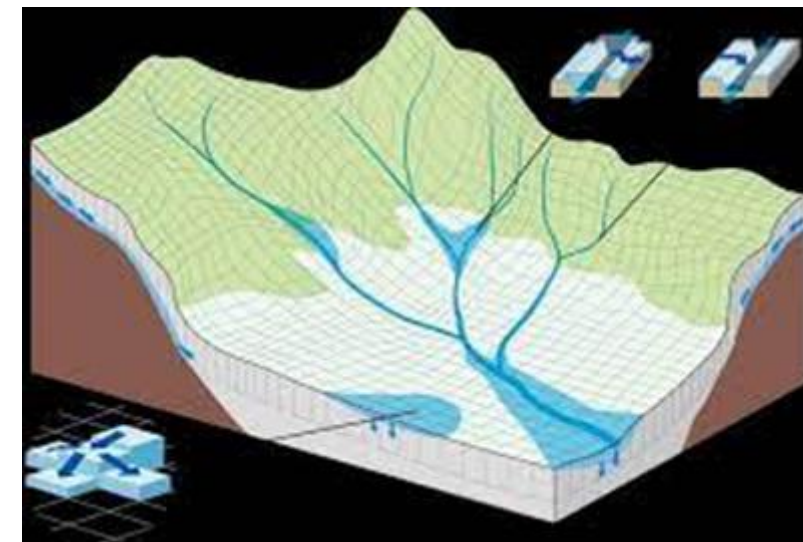
Fig. 6. The commonly observed linear relationship between soil-test P (Bray-1 and Mehlich-3) and dissolved P in runoff. Data are from a survey by Vadas et al. (2005) and represent 14 independent studies and 24 soil types. Data are a combination of samples taken from 0-15 or 0-20 cm in well-tilled soils and from 0-5 cm or less in P stratified soils, showing a consistent relationship between the two sampling depths.

SERA 17, 2005.

Algunas consideraciones y prácticas
focalizadas en los **Factores de Transporte...**

Los desagües: críticos para el manejo ambiental del fósforo

	Distancia desde el desagüe, m				
	0	15	30	45	60
Profundidad, cm	----- P, mg/ kg suelo -----				
0 - 2,5	73	65	60	56	59
0 - 7,5	48			34	33
7,5 -15	21			14	6



Desagües (y zonas bajas):

- Acumulación de P.
- Puntos de **exportación de nutrientes** hacia los cursos de agua
→ **Eutrofización de las aguas**

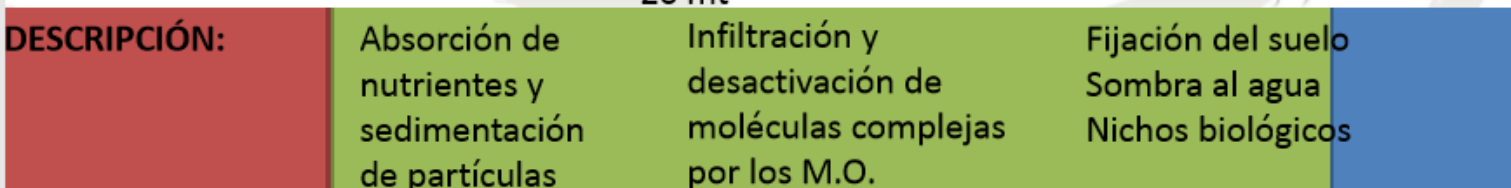
Prácticas de manejo de los desagües

- **No aplicar fertilizante ni enmiendas orgánicas en los desagües**
- **Restringir el acceso de animales**
- **Mantener los desagües empastados**



A nivel de potrero:

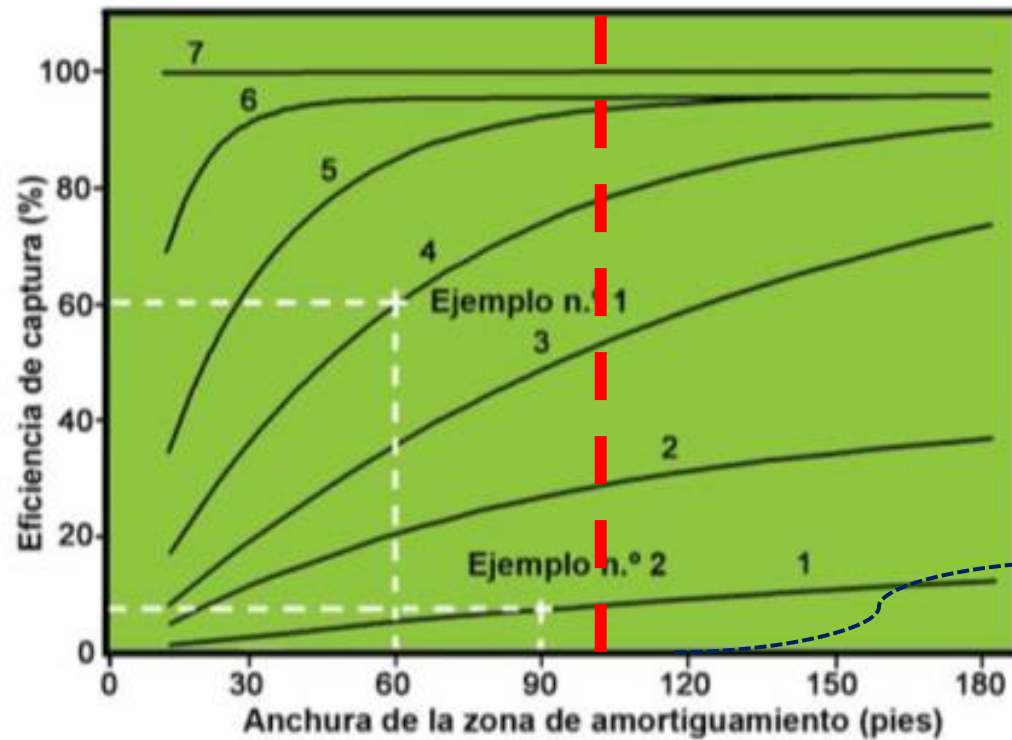
- Evitar laboreo mecánico y minimizar los tiempos de barbecho
- Evitar huellas de la maquinaria y trillos animales a favor de la pendiente
- Favorecer tránsito en contorno y considerar sistematización de chacras
- Emplear prácticas sostenibles de fertilización



Extraído de ppt Carro et al



Herramienta para el diseño del ancho de la zona buffer o de amortiguamiento



Aprox a los 30 m (=100 pies) se maximiza eficacia de captura en todas las condiciones.

USDA, 2008

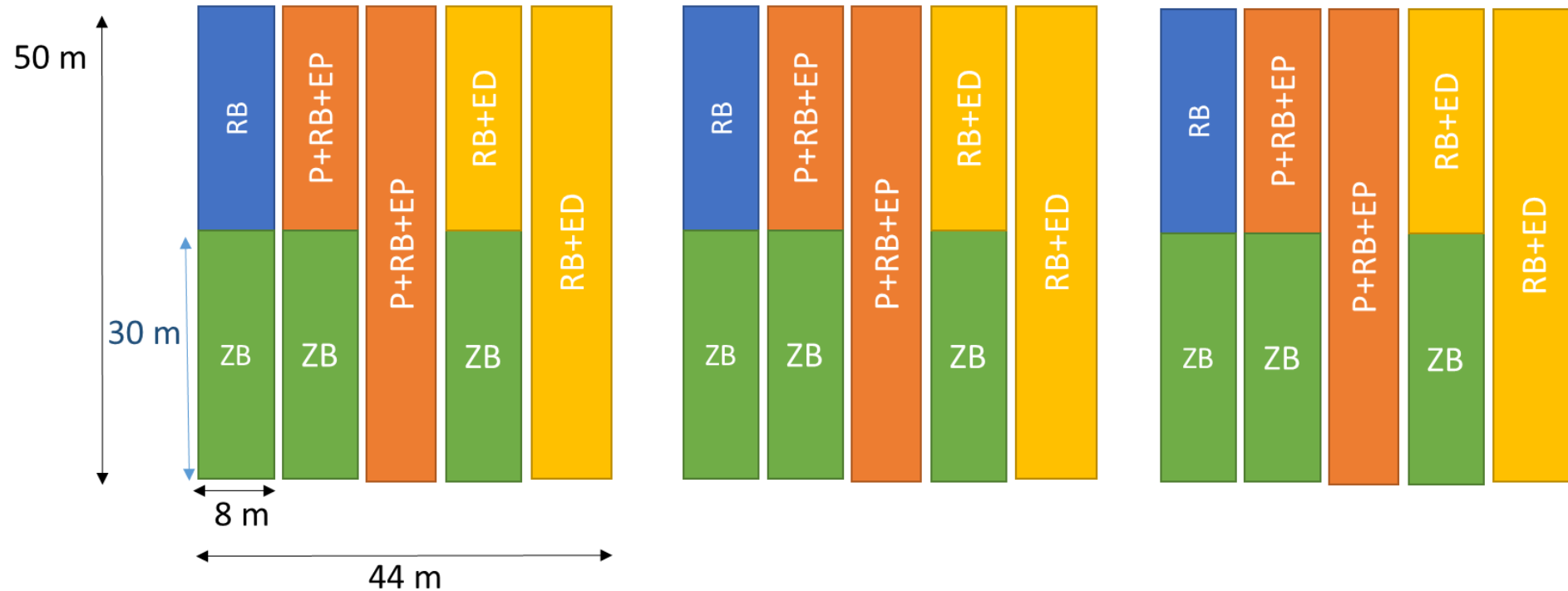
Qué características deben tener las zonas buffer?

- El ancho puede variar con el agente contaminante;
- **En el caso de P y N se ha visto que el mínimo debería ser entre 15 m y 30 m;** (con pendientes de hasta 10%)
- Vegetación relativamente alta, densa, con tallos no demasiado flexibles
- Vegetación resistente y/o con capacidad de recuperarse de inundaciones.
- Estabilidad anual
- Mezcla de especies de gramíneas son recomendadas.
- Zonas buffer con árboles → plantaciones a baja densidad para permitir crecimiento de follaje bajo.

Proyecto INIA en Sistemas Lecheros y calidad del agua

Parcelas de Escurrimiento

- Bloques completos al azar con 5 tratamientos y tres repeticiones



Tratamientos

P	Pisoteo
ED	Estiércol Distribuido Homogéneamente
EP	Estiércol Parches
ZB	Zona buffer
RB	Remoción de biomasa
P+RB+EP	Pastoreo
RB + ED	Remoción de biomasa + estiércol distribuido homogéneamente

Fajas empastadas a nivel



Curvas de Nivel

- Comprender **por dónde** corre el agua de escurrimiento.
- Identificar y cuidar las áreas críticas.

Contour farming

Labores en curvas de nivel



Stripcropping



Terrazas





Ejemplos:
Siembra directa sin sistematización!



Sistematización

- Delimitar zonas de desagües, zonas buffer, áreas de bajos, ¿terrazas?
- Agricultura: Ordenar operaciones maquinaria (laboreo en contorno, control de tránsito), fajas empastadas a nivel.
- Ganadería: Prever áreas destinadas a “sacrificio” cuando falta “piso”
- Ganadería: zonas de exclusión de ganado.

Algunas consideraciones y prácticas
focalizadas en los **Factores de Aporte...**

Manejo de la fertilización a nivel de potrero

- Dosis de fertilizante (sobre todo P) según análisis de suelo
- Forma de aplicación: al surco de siembra.
- Monitoreo de fertilidad de largo plazo
- No fertilizar áreas de desagües, zonas buffer o riparias

Muestreo y análisis de suelo: Objetivo agronómico vs ambiental?

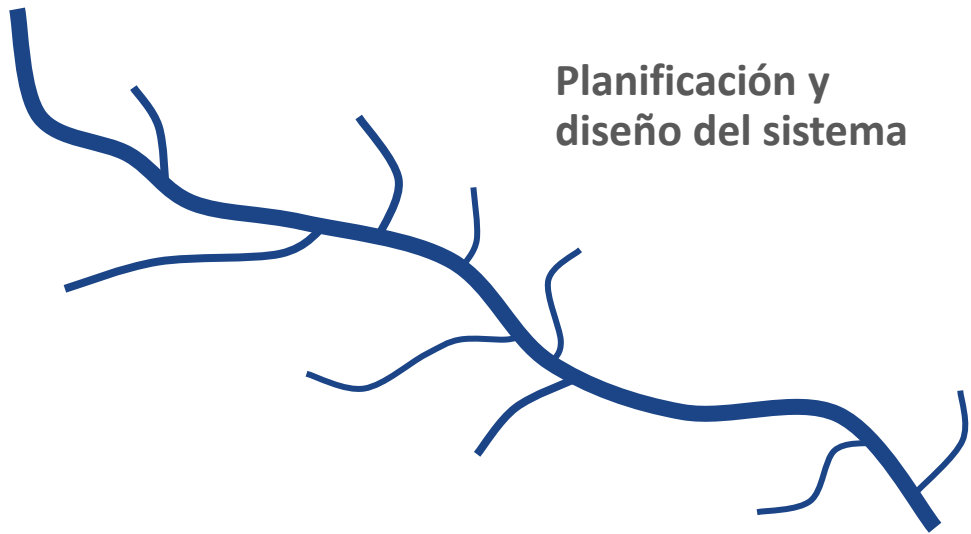
Dos tipos de muestreo:	Objetivo agronómico	Objetivo ambiental
	Decidir fertilización y monitorear fertilidad	Monitorear riesgo ambiental en calidad de aguas superficiales
Profundidad de muestreo	15 cm	2,5 cm (ó 5 cm)
Cantidad mínima de tomas o "pinchazos"	40	¿? Posiblemente 60
Cuándo obtener muestras?	Barbechos presembrado; pasturas: feb-mar	igual
Qué análisis?	P-Bray, K, NO ₃ , pH, PMN, COS, P-cítrico	P-Bray, WEP, P-cítrico

Respetar niveles críticos de fósforo en suelos para distintos cultivos

- La recomendación de acuerdo a necesidades de N y/o P de los cultivos.
- Disposición de no exceder las 31 ppm de fósforo Bray en suelos del Santa Lucía para no agravar la contaminación por fósforo

Cultivo	Fósforo (Bray I)
	(ppm)
Alfalfa	18-20
Trébol blanco	16
Trébol rojo	14
Lotus	10-12
Soja	12
Sorgo granífero/ Maíz	14-16
Girasol	10-12
Trigo/Cebada	12-14
Avena	10

Manejo de residuos y efluentes



Chalar et al 2017, Guía de buenas prácticas ambientales y sanitarias para establecimientos de engorde de bovinos a corral, Decreto 182/13, Decreto 152/13

Sin tratamiento de efluentes la carga animal se correlaciona con el deterioro del agua.

- Disposición de efluentes y residuos (estiércol, sólidos retenidos en las unidades de tratamiento y restos de alimentación) en el terreno considerando su uso como biofertilizante.
- Dispositivos de separación y almacenamiento posterior de estiércol
- Lagunas de almacenamiento de agua pluvial
- Manejo integral de residuos
- Plan de Gestión de los Residuos Sólidos.
- Gestión interna de envases
- Compostaje

Plan de manejo y conservación de suelos con énfasis en **Calidad de Aguas Superficiales**

- **Sistematización:**

- Conducción del agua de escurrimiento: zonas de desagües, zonas buffer, áreas de bajos, ¿terrazas?
- Agricultura: Ordenar operaciones maquinaria (laboreo en contorno, control de tránsito, caminería interna “permanente”?)
- Ganadería: Prever áreas destinadas a “sacrificio” cuando falta “piso”
- Ganadería: zonas de exclusión de ganado.

- **Siembra directa y Laboreos sistemáticos:**

- Siembra directa con devolución completa de rastrojos
- En rotación con pasturas (p.ej. 50-50)
- Fase agrícola: doble cultivo anual o con cultivos de cobertura (para minimizar tiempos sin cultivo)
- ¿Laboreo convencional sistemático? → posibles medidas especiales

- **Manejo de la fertilización a nivel de potrero:**

- Dosis de fertilizante (sobre todo P) según análisis de suelo
- Forma de aplicación
- Monitoreo de fertilidad de largo plazo

Muchas gracias!
vciganda@inia.org.uy