

# MANEJO DE EFLUENTES DE TAMBO

OMAR CASANOVA  
Dpto. de Suelos y Aguas  
Facultad de Agronomía

---

---

---

---

---

---

---

---

- **Cambios producidos por el sistema de tratamiento**
- **Principales parámetros a considerar**
- **Monitoreo y estabilización**
- **Consecuencias en su caracterización**

---

---

---

---

---

---

---

---

- Sólidos totales
- Nutrientes y C/N
- Volumen
- Forma y momento de aplicación
- Distribución
- Efectos sobre el sistema receptor
- Recuperación de nutrientes-Pérdidas y residualidad
- Demanda de los cultivos Línea de base y matriz de riesgo.

---

---

---

---

---

---

---

---

- Características del sistema receptor
- Solo gramíneas anuales o perennes
- Solo leguminosas
- Mezcla de gramíneas y leguminosas
- Abordaje del sistema vegetal-suelo-clima-sustitución de....-

---

---

---

---

---

---

---

---

## VERDEOS de INVIERNO y VERANO

OMAR CASANOVA  
AURORA CERVEÑANSKY

---

---

---

---

---

---

---

---

## OBJETIVO

Lograr un elevado rendimiento y calidad de  
forraje en etapas críticas del año, con una  
mayor eficiencia en el uso de los insumos

---

---

---

---

---

---

---

---

## Rendimiento a cosecha de Nutrientes

➤ Oferta del Suelo

+

➤ Fertilización

---

---

---

---

---

---

---

---

## Oferta del Suelo

- Residualidad Fertilización Fosfatada
- N resultante de Fijación biológica

### Oferta:

- Valores medios a altos en P [10-20 ppm]
- Valores medios a bajos en N-NO<sub>3</sub>- [5-30 ppm]

---

---

---

---

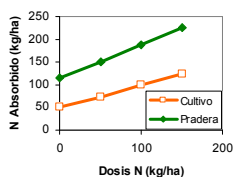
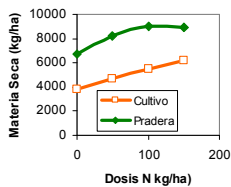
---

---

---

---

## Respuesta de Sorgo a Nitrógeno



$$Y = 6716,27 + 44,35 X - 0,19 X^2$$

$$Y = 3842 + 14 X$$

**Pradera**  $Y = 116,41 + 0,70 X$

**Cultivo**  $Y = 50,40 + 0,49 X$

---

---

---

---

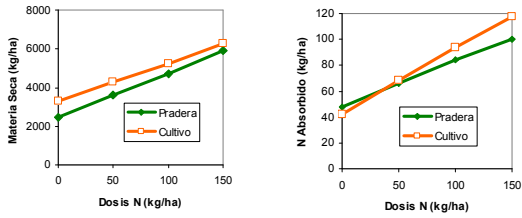
---

---

---

---

### Respuesta de Sorgo a Nitrógeno




---

---

---

---

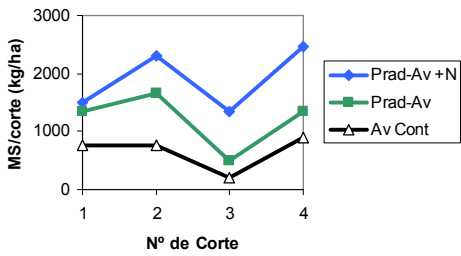
---

---

---

---

### Respuesta de Av-Rg a Nitrógeno




---

---

---

---

---

---

---

---

### Respuesta a la Fertilización

- ❖ Verano
- ❖ Invierno

---

---

---

---

---

---

---

---

## Respuesta a la Fertilización

### ❖ VERANO

- Dosis media a alta P [60-90 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>]
- Dosis media N [60-80 N] ¿¿Fraccionar??

---

---

---

---

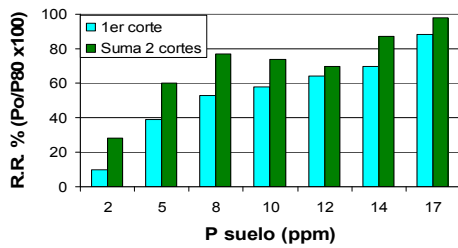
---

---

---

---

## Respuesta a P según su nivel inicial en el suelo



---

---

---

---

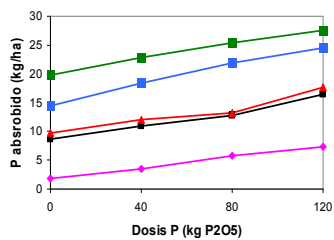
---

---

---

---

## P agregado vs. P absorbido sorgo forrajero



---

---

---

---

---

---

---

---

## Fraccionamiento en Sorgo

DOSIS (kg N/ha)	CORTE 3		CORTE 4		TOTAL (4 cortes)	
	N (%)	N abs. (kg/ha)	N (%)	N abs. (kg/ha)	N (%)	N abs. (kg/ha)
150-0-0	2,2	47	2,0	92	2,1	284
75-75-0	2,2	47	2,7	122	2,3	278
50-50-50	2,1	51	3,0	117	2,5	262

---

---

---

---

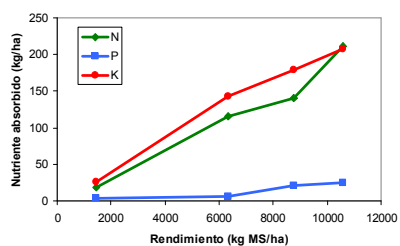
---

---

---

---

## Reciclaje de nutrientes (sorgo)




---

---

---

---

---

---

---

---

## Respuesta a la Fertilización

### ❖ INVIERNO

- Dosis media a baja P [30-60]
- Dosis media a alta N [60-120] Fraccionada

---

---

---

---

---

---

---

---

## Residualidad de P con pasturas de alta producción

Tipo suelo	P suelo (ppm)			Dosis fresca Fósforo (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	Materia Seca prom. (kg/ha)			
	1994		1997		AVENA		SORGO	
	Profundidad		0-15		Corte 1	Total	Corte 1	Total
Brun. Subéu.	9	18		13				
Tala-Rod				30	2591	6375	2353	5959
Planosol	8	15	12	0	2062	4125	2594	6101
San Ramón				30	2141	4310	2764	6393
Brun. Subéu.	10	18	13	0	2519	5920	2840	7135
San G.-Guay.				30	2695	6023	2859	7293

NOTA: 60+30+30 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha (etapa pradera); 50 kgN/ha en siembra y corte 1

## Respuesta a N

**Brunosol** P = 13 ppm

- Y (P0) = 923 + 23 N R<sup>2</sup> = 0,64
- Y (P80) = 950 + 34 N R<sup>2</sup> = 0,77

		Dosis P	
		0	80
Dosis N	0	17	19
	150	92	116
% Recup. N		50	65

## Respuesta de Av-Rg a N

Tratamiento N (kg/ha)	Cortes 1 y 2			Corte 3			Cortes 4 y 5		
	MS (kg/ha)	N abs.	% N	MS (kg/ha)	N abs.	% N	MS (kg/ha)	N abs.	% N
120	3953	101	2,5	753	13	1,7	3189	34	1
240	4038	114	2,8	1264	28	2,2	3367	35	1
60-60				1539	42	2,7	3236	34	1
120-120				2314	80	3,5	4138	47	1,1
40-40-40							5206	64	1,2
80-80-80							7142	109	1,5

## Investigación reciente: nuevos materiales de raigrás

### Características de su Curva de Producción:

- Menor producción inicial
  - Curva más expandida
  - Mantiene la calidad hasta etapas más avanzadas
- Mayor respuesta al fraccionamiento (esperable)

---

---

---

---

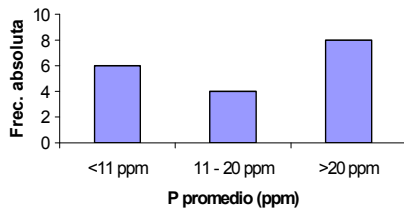
---

---

---

---

## Número de sitios, en función del nivel de P en el suelo



---

---

---

---

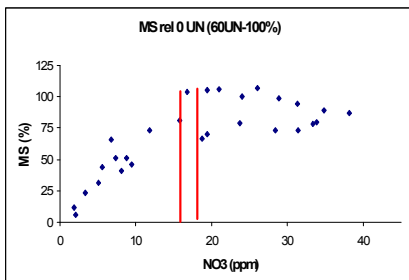
---

---

---

---

## Rendimiento Relativo de MS en relación al Índice



---

---

---

---

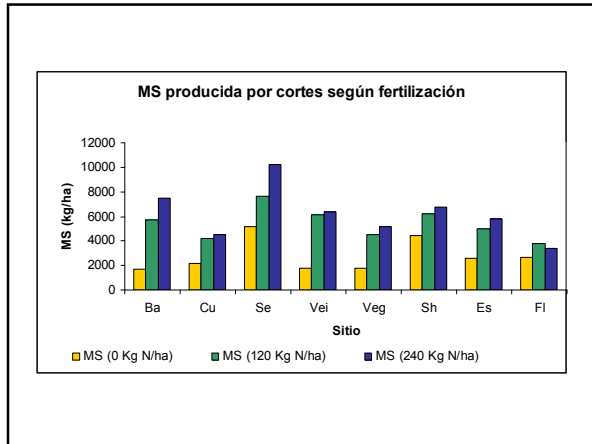
---

---

---

---






---

---

---

---

---

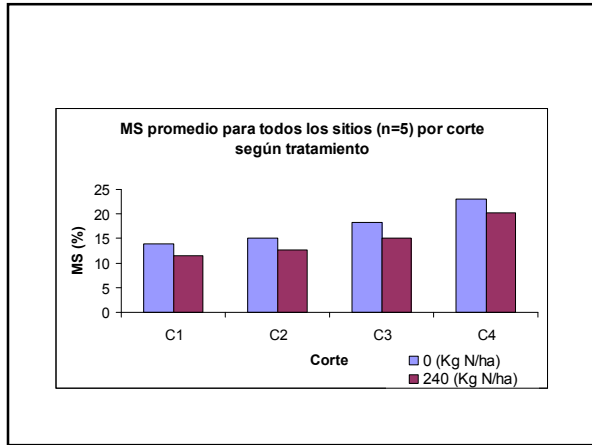
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

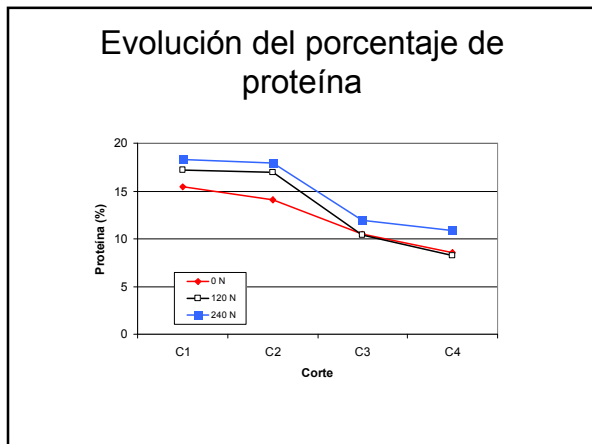
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

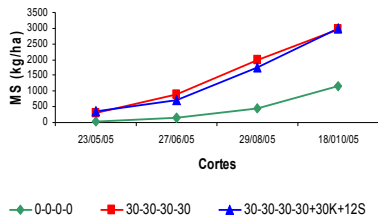
---

---

---

## Situación de suelo pobre

Evolución de la MS según tratamiento - Vei




---

---

---

---

---

---

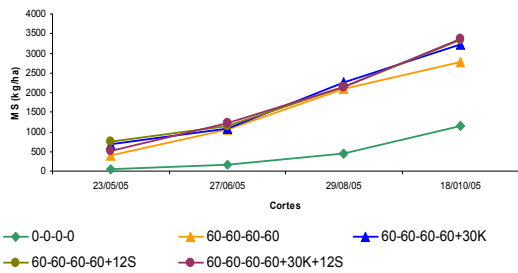
---

---

---

---

Evolución de la MS según tratamiento- Vei




---

---

---

---

---

---

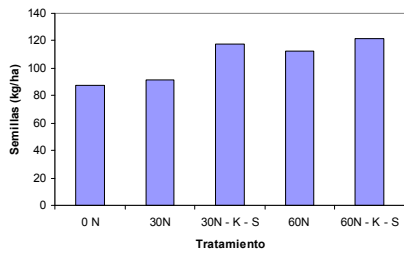
---

---

---

---

## Producción de semilla




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Consideraciones Finales

- El balance entre oferta por el suelo, los procesos de ganancia por fijación y fertilización, explican el manejo de la fertilización en verdeos
- Los verdeos de invierno tienen una elevada dependencia de la residualidad de P, la fertilización con N y su fraccionamiento

---

---

---

---

---

---

---

---

- Los verdeos de verano tienen una mayor respuesta a P y una dependencia del N agregado sobre todo al comienzo.
- Para ambos verdeos, la nutrición mediante la fertilización podrá incidir en la obtención de forraje con mayor contenido interno de P y proteína.

---

---

---

---

---

---

---

---

	VERDEOS	
	VERANO	INVIERNO
P (ppm)	> 15	> 10
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	> 20	> 17
Fracc. N	NO	SI (*)

(\*) 0 a 30 / 30 / 30 a 60 / 60 kg N/ha

---

---

---

---

---

---

---

---

**FERTILIZACION DE PASTURAS DE ALTA PRODUCTIVIDAD**

OMAR CASANOVA

---

---

---

---

---

---

---

---

**PRODUCTIVIDAD EN PASTURAS**

- RENDIMIENTO / TIEMPO
- CALIDAD - ESTADO VEGETATIVO,
  - PROTEINA,
  - CARBOHIDRATOS
- EFICIENCIA -Kg. NUTRIENTE / kg. M.S.  
Kg. NUTRIENTE / Kg. LECHE, CARNE

**PRODUCTIVIDAD SOSTENIBLE**

- Balance entre OFERTA - DEMANDA  
RECICLAJE - EXTRACCIÓN

Ejemplo de ciclo de los nutrientes \*

Comportamiento general de los nutrientes ante mayor demanda \*

Comportamiento del Potasio - Cantidad y Velocidad \*

Comportamiento del Fósforo- Disponibilidad- Reposición-MS/KgsP \*

Comportamiento del Azufre - Relación con el componente orgánico \*

Comportamiento del Nitrógeno - si es limitante no logramos producción y menos calidad

---

---

---

---

---

---

---

---

**MANEJO DEL NITRÓGENO - Principales conceptos**

**OFERTA**

- M.O del suelo - N. Mineral
- Fijación - Transferencia y Residualidad
- Mecanismos de poca incidencia - F. No simbiótica  
- Lluvia
- Restos - Relación C/N, estado vegetativo, manejo
- Fertilizantes

**MINERALIZACION**

- Textura
- Nivel Relativo N. Mineral → en pasturas vs grano
- Ambiente

**ELIACIÓN**

% Leg Tipo Leg Productividad Ultimo año	← RESIDUALIDAD - TRANSFERENCIA	→ Tipo Leg moment % Leg
--	-----------------------------------	-------------------------------

---

---

---

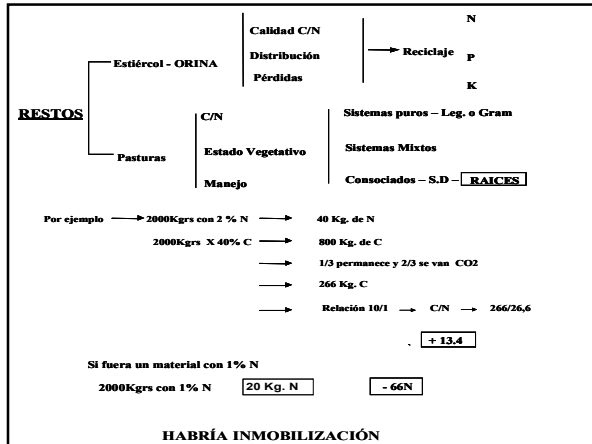
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

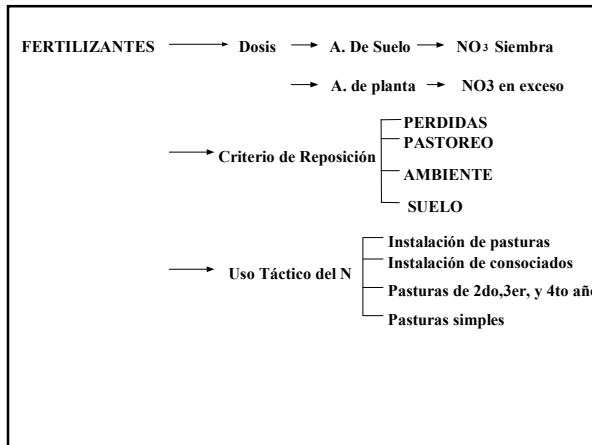
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Destino de los nutrientes ingeridos por vacas lecheras en producción**

Elemento	consumo por animal (kg/año)	% en heces	% en orina	% en leche	% retenido
N	130	26	53	17	4
P	12	66	—	26	8
K	90	11	81	5	3
Mg	12	80	12	3	5
Ca	37	77	3	11	9
Na	14	30	56	8	6
S		30	50		

Hutton *et al*, 1967

Cu, Zn, Fe, Mn, Co, Se → se reciclan principalmente por heces

---

---

---

---

---

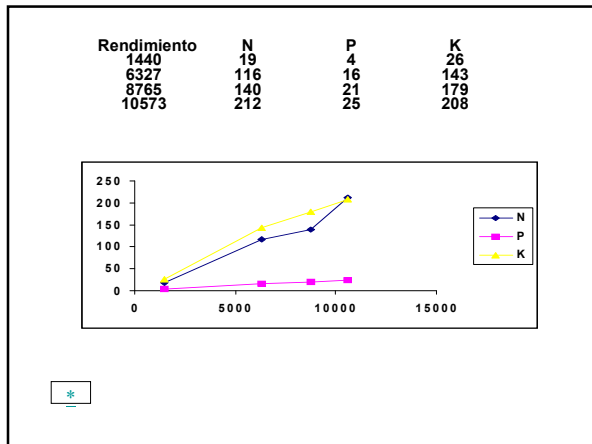
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

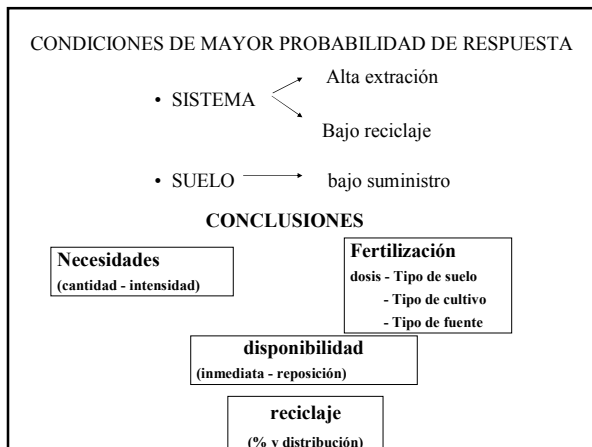
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

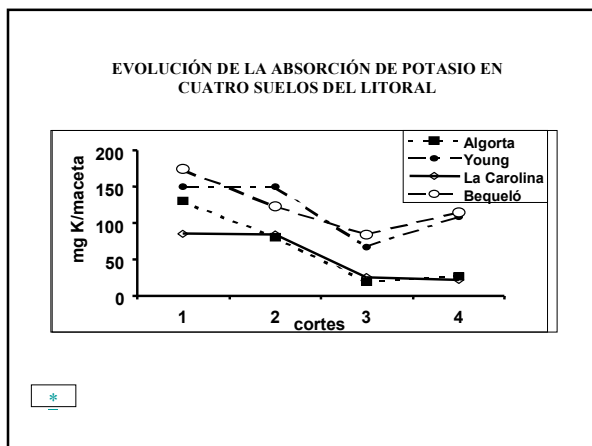
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Contenido promedio de nutrientes de un ternero de 180 kg

Nutriente	kg
Calcio - Ca	2.52
Fósforo - P	1.44
Sodio - Na	0.43
Potasio - K	0.38
Cloro - Cl	0.31
Azufre - S	0.27

---

---

---

---

---

---

---

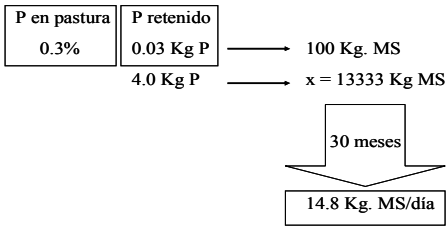
---

---

---

500 Kg. de Carne → 4 Kg de P

Asumiendo una pastura con 0.3 %P y 10% de retención del P consumido por el animal:



Si la pastura tuviera 0.15 % → 29.6 Kg. MS/día

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

tipo suelo	P en el suelo			Dosis fresca P2O5	MS promedio		kg/ha	
	1994		1997		AVENA		SORGO	
	0-15	0-7.5	0-15		C1	Total	C1	Total
Brun. Sub.	9	18	13	0	2390	6958	1572	5182
Tala Rod.				30	2591	6375	235	6959
Planosol	8	15	12	0	2062	4125	2594	6101
San Romón				30	2141	4310	2764	6393
Brun. Sub	10	18	13	0	2519	6920	2840	7135
San Gab.- Guaycurú				30	2695	6023	2859	7293

Dosis en etapa de pradera- 60 + 30 + 30 P2O5/ha  
50 N/ha en siembra y C1

---

---

---

---

---

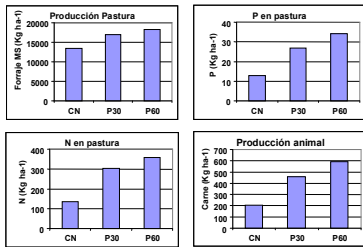
---

---

---

---

---



Cobertura de leguminosas sobre suelos de basalto con fertilizaciones anuales de 30 y 60 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> respecto a producción de campo natural  
 Producción de pastura, su contenido de nutrientes (N y P) y producción animal, medida en aumento de peso vivo de terneros Totales de 3 años de evaluación

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Fósforo en planta por kg MS		
	kg MS/ kg P	% P
trébol blanco	290	0.34
trébol rojo	375	0.26
lotus	365	0.27
lotus rincón *	779	0.13

\* 2 sitios un año, el resto 4 sitios por año

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Producción de pasturas de trébol blanco, lotus y festuca (kg MS/ha) en dos cortes realizados 2 y 4 meses después de la fertilización nitrogenada. Se indica el porcentaje de producción extra de los tratamientos fertilizados con respecto al testigo

Suelo	Corte 12/8			Corte 10/10		
	N0	N50	N100	N0	N50	N100
Vertisol	545 a	740 a 36%	662 a 15%	1752 b	2298 ab 31%	2250 a 45%
Planosol	416 b	692 a 66%	806 a 94%	2807 c	3842 b 37%	4600 a 84%

Vertisol : 70 % de leguminosas en el corte anterior  
 Planosol : 25 % de leguminosas en el corte anterior

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



**SUELO 1**

Trat	Cortes 1 y 2			Corte 3			Cortes 4 y 5		
	MS	N Abs	%N	MS	N Abs	%N	MS	N Abs	%N
120	3953	101	2.5	753	13	1.7	3189	34	1
240	4038	114	2.8	1264	28	2.2	3367	35	1
60.6				1539	42	2.7	3236	34	1
120.12				2314	80	3.5	4138	47	1.1
40.40.40							5206	64	1.2
80.80.80							7142	109	1.5

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Mensajes emergentes:**

Se puede lograr elevados índices de productividad, en función de una mayor dependencia de la Reposición de nutrientes

Para lograr un nivel de equilibrio debemos afinar la cuantificación de las variables a través de análisis de suelo, planta, atmósfera y los propios animales

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



**Balace de nutrientes en producción agropecuaria de Uruguay para los años 1990, 2000 y 2010.**

Mancassola, V. Casanova, O.  
Dpto. Suelos y Aguas, Facultad de Agronomía, UDELAR

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Introducción

- Cambios estructurales de la agropecuaria en los últimos 20 años
- Aumento en la intensidad de uso del suelo
- Crecimiento de la producción = extracción de nutrientes del suelo
- Efectos por estos cambios en la erosión y fertilidad de los suelos?? :  
Estudios Nacionales y Regionales

---

---

---

---

---

---

---

---

### Introducción

- La producción entre 1990 y 2010 creció 5 veces, pasó de 4 a 20 mill de t

Año	Agricultura + Arroz % sup	Silvicultura % sup	Pecuaria % sup
1990	3	1	96
2000	3	4	93
2010	8	5	87

- Las exportaciones de productos expresadas en t aumentaron 10 veces , de 1.3 mill de t a 13 mill t

- La importación de fertilizantes creció 6 veces entre 1990 y 2010, pasó de 160 mil a 880 mil t

---

---

---

---

---

---

---

---

### Metodología

#### Producciones consideradas:

- Agricultura (Trigo, Cebada, Soja)
- Arroz
- Cítricos
- Lana
- Leche
- Carne
- Silvicultura (pino+eucalipto)

---

---

---

---

---

---

---

---

## Metodología

### Consideraciones para el balance II

#### Carne y Silvicultura:

- Sólo se considera para producción y/o exportación lo que se faena o cosecha el año en estudio
- Cada año se faenan o cosechan distintas categorías (edades)
- No se consideran los animales o montes que están creciendo en el año analizado
- **Se asume** que las categorías que están creciendo están extrayendo nutrientes y esa diferencia la estamos contemplando en los montes y animales que se faenan y cosechan **un año en particular**.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Metodología

### Consideraciones para el balance III

#### • **Carne y Lana:**

Se considera el aporte del campo natural y leguminosas anuales en 5 Kg de N /ha/año (Manchado, 2010)

#### • **Soja:**

Se asume que 50 % del N extraído corresponde a fijación biológica de N (Manchado, 2010)

---

---

---

---

---

---

---

---

## Resultados y discusión

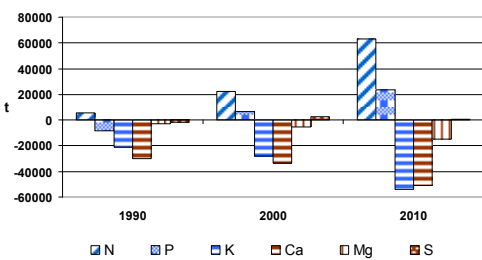


Fig. 3 - Balance entre la extracción de nutrientes en la producción total y la importación de nutrientes expresado en t según año.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Conclusiones

- La matriz productiva no fue acompañada por una matriz de fertilizantes acorde a la extracción de nutrientes
- Se observó un balance positivo de N y P, en cambio el K en los tres años analizados presenta una tendencia negativa.
- Los nutrientes primarios más utilizados no aportan nutrientes secundarios.
- En Ca y Mg se observa una tendencia a un balance negativo

---

---

---

---

---

---

---

---

### Conclusiones

- El superávit para el año 2010 de N y P estuvo en el entorno de las 60 mil t y 20 mil t, esto es alrededor de 130000 t y 110000t expresados como urea y fosfato de amonio respectivamente.
- El déficit para el año 2010 de K, Ca y Mg estuvo alrededor 54, 50 y 15 mil t, si se expresa como Cloruro de potasio, Caliza y Dolomita es alrededor de 100000 t, 127000 t y 115000 t. Con un valor de 46, 14 y 14 millones de US\$ respectivamente.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Conclusiones

- Se requiere reponer los nutrientes extraídos del suelo entre otras medidas conservacionistas

---

---

---

---

---

---

---

---