



APROVECHAMIENTO AGRONÓMICO DE LOS EFLUENTES DE TAMBO



ING. VERÓNICA CHARLÓN

7 DE NOVIEMBRE DE 2014 - (URUGUAY)

POR QUÉ OCUPARNOS DE LOS EFLUENTES?

- ✖ Incrementa la eficiencia y los rendimientos.
- ✖ Reduce las pérdidas de nutrientes, y beneficia al mismo tiempo al ambiente.
- ✖ Reduce el uso de fertilizantes comerciales.
- ✖ Mejora la calidad de suelo y su drenaje.
- ✖ Cumplir con las regulaciones locales, nacionales e internacionales.

Sin embargo...



- ✖ Pobre manejo de los efluentes pueden causar contaminación a los cursos de agua y al agua subterránea, y diseminación de patógenos.

LOS EFLUENTES Y EL ESTIÉRCOL

- × Son un recurso importante.
- × Proveen nutrientes.
- × Valor.



DESTINO DE LOS NUTRIENTES
DE LOS ALIMENTOS

NITRÓGENO

20%



60%



20%



FÓSFORO

13%



60%



27%



POTASIO

12%



75%



13%



Fuente: Hart et al. (1997)

CUÁNTO DISPONEMOS?

× ESTIERCOL



500 Kg PV - 22 L/d

60 Kg/d fresco



21.900
Kg/VO/año



10% (INTA Rafaela)

6Kg/VO/d



1.830
Kg/VO/año



80%

10%



70%

10%

10%(>)

1.830
Kg/VO/año

90%



2.070
Kg/VO/año

CUÁNTO DISPONEMOS?

× ELUENTE



6 Kg/VO/d



1.830
Kg/VO/año

+

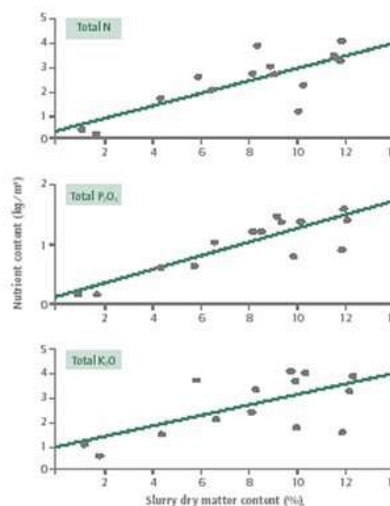


50 L/VO/d

= EFLUENTE

A > AG

Efecto del % MS en el contenido de nutrientes de efluente



FERTILIZANTE

CARACTERÍSTICAS DE LOS EFLUENTES

Parámetro	ARGENTINA	URUGUAY
Materia Seca (%)	1.21 ± 0.84	$1,05 \pm 0.77$
NTK (kg N/m ³)	0.42 ± 0.36	$0,27 \pm 0.09$
Amonio (Kg N-NH ₃ /m ³)	0.33 ± 0.16	0.19 ± 0.07
Fósforo (kg P ₂ O ₅ /m ³)	0.20 ± 0.12	0.13 ± 0.07
Potasio (kg K ₂ O/m ³)	0.33 ± 0.13	0.49 ± 0.09

Fuente: Salazar, F., Herrero, M. A., Charlón, V., La Manna, A.

APROVECHAMIENTO AGRONÓMICO

× NUTRIENTES de fuentes orgánicas



N - P - K



INORGÁNICO=
nutrientes
disponibles

Componentes
ORGÁNICOS

Mineralización



Cultivos

- Temperatura
- Humedad del suelo
- Textura-estructura suelo
- Características estiércol
- Actividad microbiana

- × Nutrientes requeridos por los cultivos
- × Nutrientes disponibles en el suelo
- × Nutrientes de aplicaciones anteriores. Mineralización

NITRÓGENO DISPONIBLE



1/3



2/3

- ✗ El ciclo del N es complejo y muy variable.
- ✗ N dentro de los efluentes de sistemas lecheros se encuentra tanto en **orgánicos** e **inorgánicos** formas (**amonio** (NH_4^+) y **nitrato** NO_3).
- ✗ Cuando efluente se aplica a la tierra, N puede someterse a diversos cambios, entre ellos:
 - + inmovilización de las formas inorgánicas por las plantas y microorganismos para formar compuestos **N orgánico**

Disponibilidad N (% del N total)	Aplicación en superficie e incorporación:			Inyección	
	≤ 12 hs	< 4 d	≥ 4 d		
Al 1° año	55	40	20	50	50
Al 2° año	25	25	25	25	25

descomposición de N
 amonio a
 a nitrato
 nitrato a : óxido nitroso

Volatilización NH_3 según método aplicación

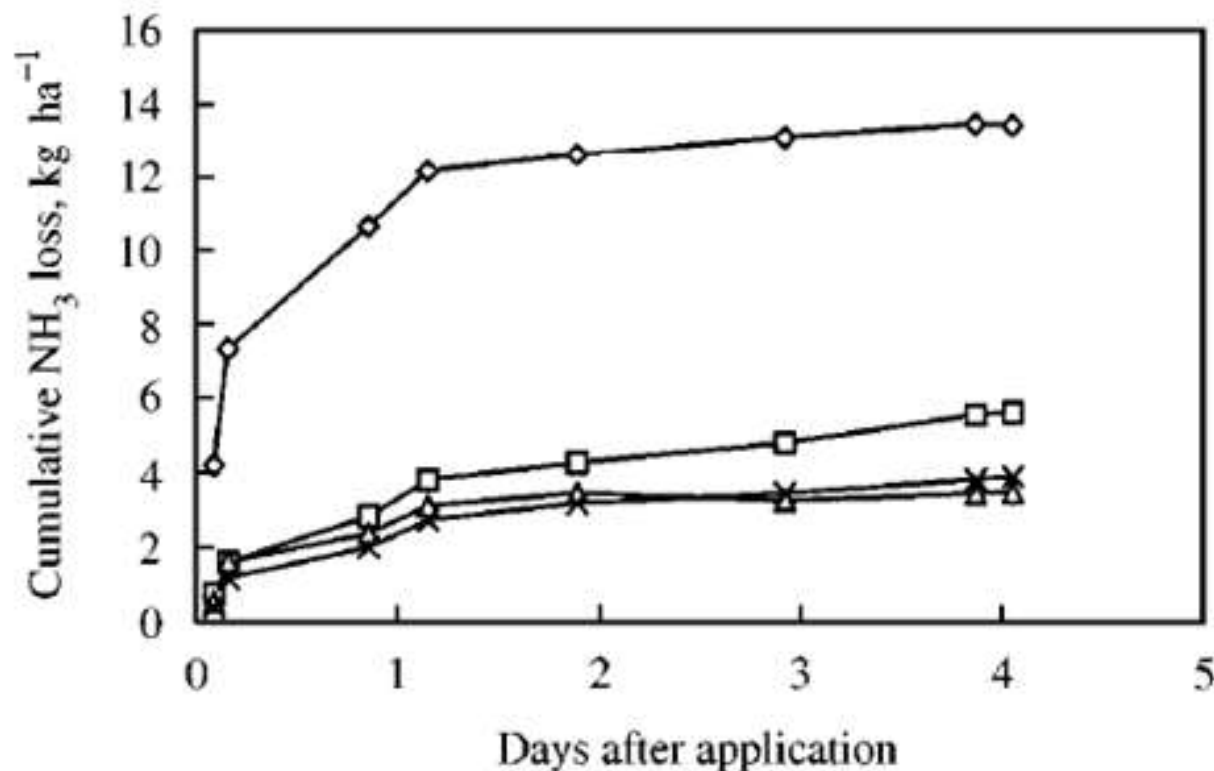
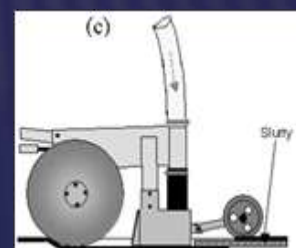
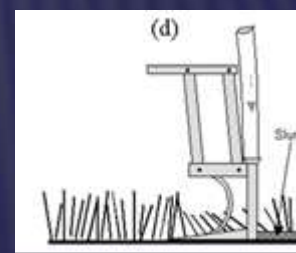
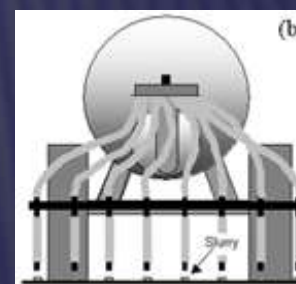
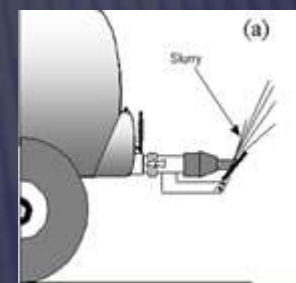


Fig. 3. Cumulative loss of ammonia following cattle slurry application (IGER, March 1996): ◇, splash-plate; □, band-spread; △, trailing shoe; ×, shallow inject

Smith et al, 2000



FÓSFORO Y POTASIO DISPONIBLE



P: 50-60%
K: 90%



P

- × Esencial para el pasto y crecimiento del cultivo
- × Relativamente inmóvil en el suelo, se puede perder en el escurrimiento superficial o por lixiviación, en particular en asociación con la lluvia o de riego.

NUTRIENTE	1° AÑO	2° AÑO	3° AÑO
P	80%	25%	25%

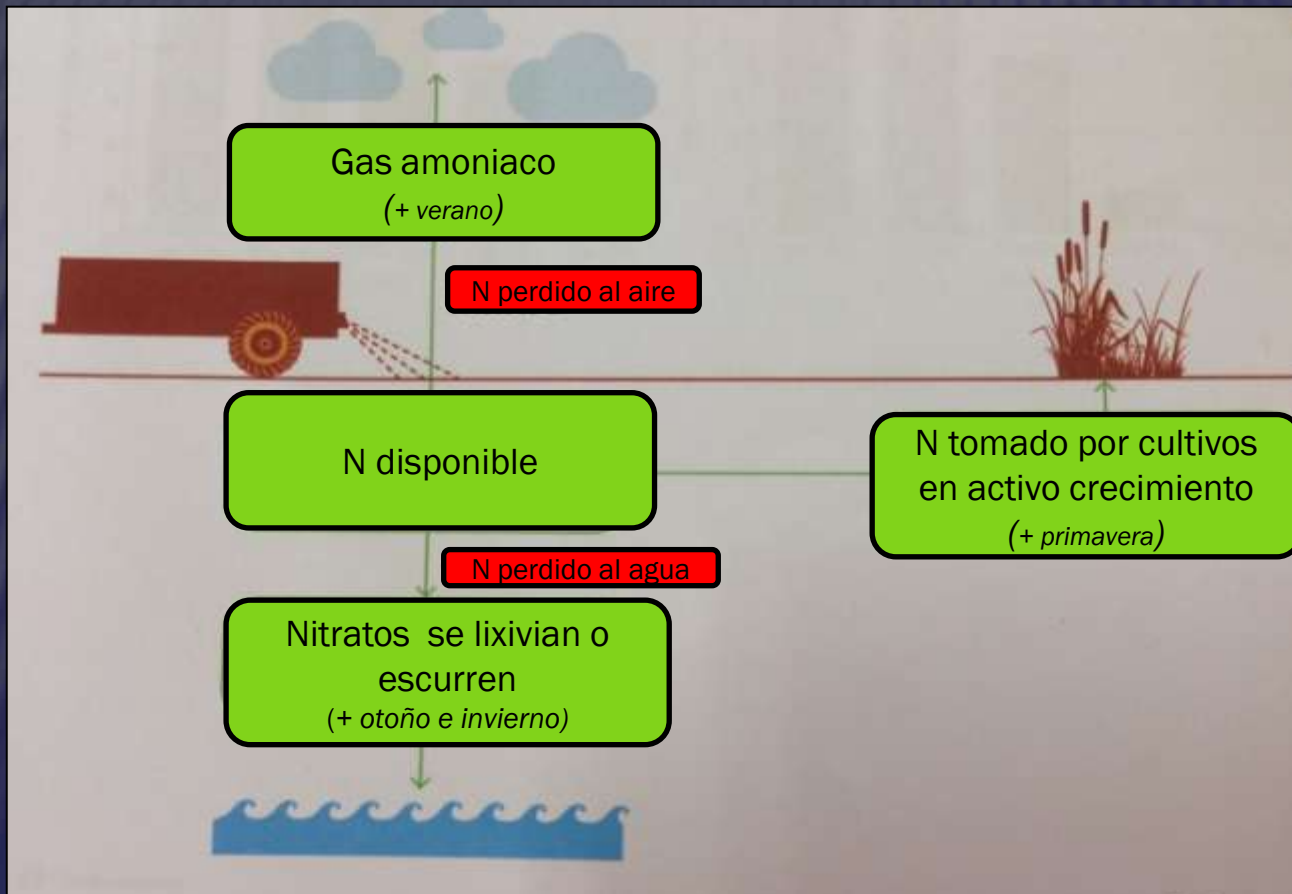
Fuente: Rasnake, 2002

K

- × Mayormente soluble ...fácilmente es tomado por los cultivos.
- × Actúa prácticamente = fertilizante comercial

CUÁNDO APLICAR?

- ✗ Cultivos que necesiten nutrientes, en activo crecimiento.
- ✗ Considerar condiciones del clima y del suelo, para minimizar los riesgos de contaminación del agua y compactación del suelo.
- ✗ Prevenir contaminación en cultivos/praderas.



CUÁNTO Y DONDE APLICAR?

- × Difícil
- × Se toma como base N? Consideramos el P?
- × Manejo agronómico

- × Cultivos

- + Silajes

- + Maíz, Sorgo

- + Cereales

- + Pasturas/verdeos (<pastoreo y >corte)

Patógenos	Supervivencia en suelos (d)
Salmonella spp	< 60 - 380
Escherichia coli	45 - 400
M. paratuberculosis	350



EXPERIENCIAS INTERNACIONALES

- ✖ En UE dosis máxima según N total/ha/año - 170 kg N/ha/año
- ✖ Problemas con acumulación de fósforo. Suecia y Noruega: 22 y 35 kg P/ha
- ✖ En USA hasta 60% mas del balance calculado para el predio.
- ✖ Australia y NZ dosis máxima 250 kg N total/ha/año

RECOMIENDACIÓN DOSIS ORIENTATIVAS MAXIMAS :

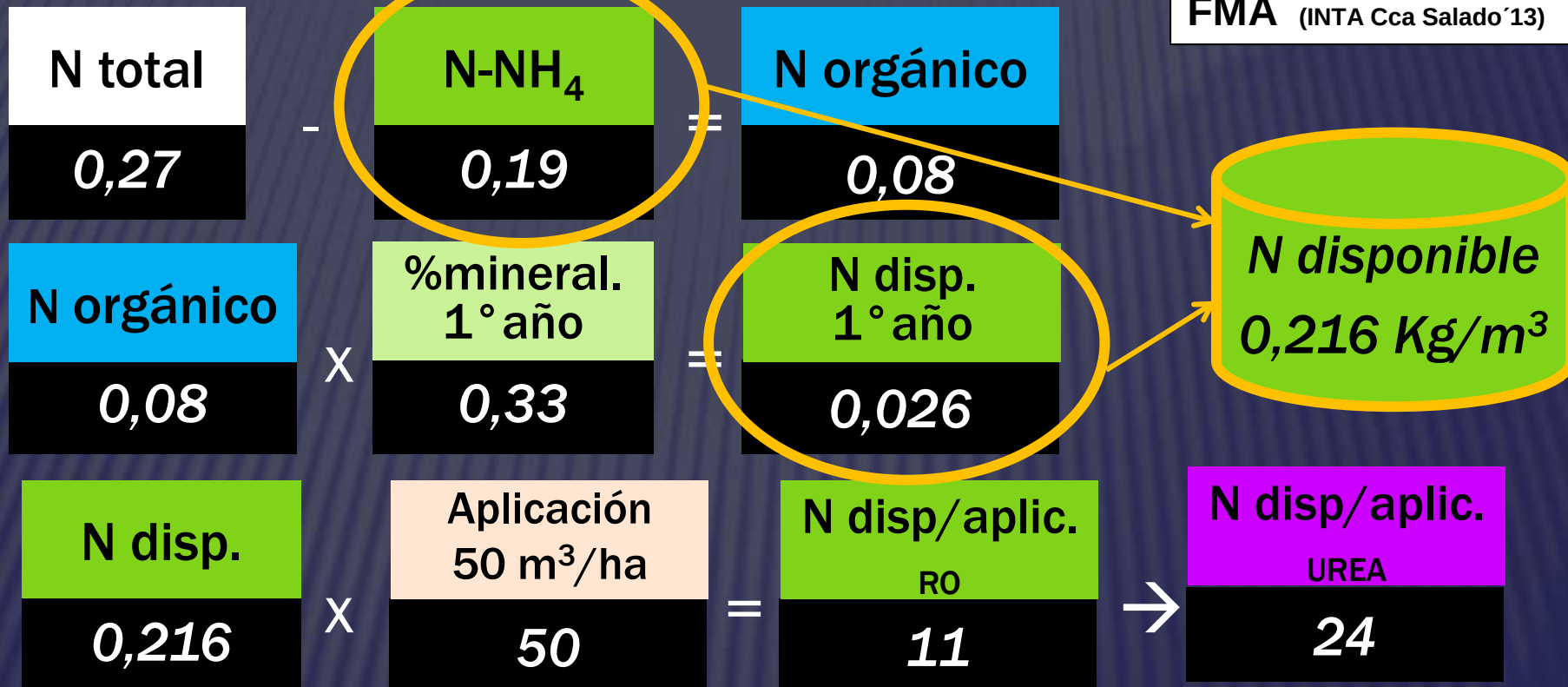
50 M3/HA DE FLUENTE Y 30 TON/HA DE ESTIÉRCOL

CÁLCULO DE DOSIS A APLICAR

EFLUENTE

1,05% MS - 0,06 Kg P/m³
 0,27 Kg N total/m³ - 0,19 Kg N-NH₄/m³

MAIZ 70qq –
 90 kg UREA y 80kg
 FMA (INTA Cca Salado '13)



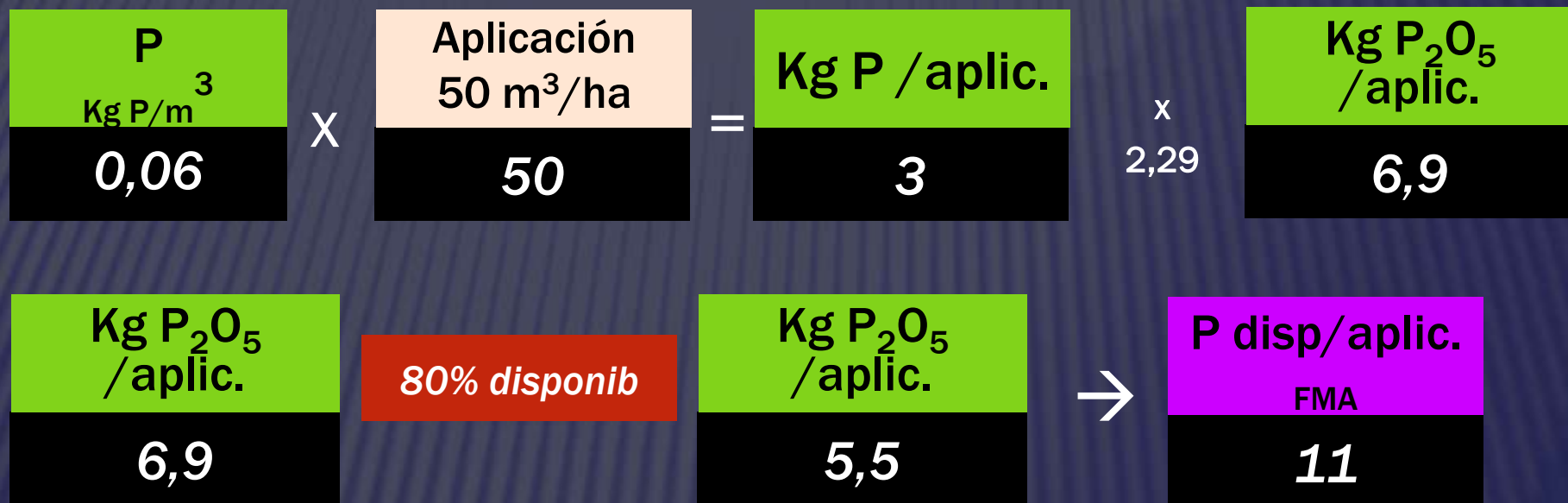
APLICACIONES PARA CUBRIR REQUERIMIENTOS DE N =
 4 a 8 (% pérdidas en aplicación)

CÁLCULO DE DOSIS A APLICAR

EFLUENTE

1,05% MS - **0,06 Kg P/m³**
 0,27 Kg N total/m³ - 0,19 Kg N-NH₄/m³

MAIZ 70qq –
 90 kg UREA y **80kg FMA** (INTA Cca Salado '13)



APLICACIONES PARA CUBRIR REQUERIMIENTOS DE P =
 7 (no pérdidas en aplicación)

EVALUAR EL APOORTE ECONÓMICO EN TERMINO DEL BALANCE DE NUTRIENTES DE LOS EFLUENTES DE TAMBOS

(Charlón V. Salazar, F., Manazza, J.F. Herrero, M.A. , 2013)

“Balance / Aporte económico” del efluente:
contenido de nutrientes del efluentes, valorado indirectamente a través del precio de mercado de los fertilizantes minerales más representativos (urea y superfosfato),

$$\text{APOORTE ECONÓMICO} = \begin{array}{c} \text{Aporte de} \\ \text{nutrientes} \\ \text{Kg NUT/m}^3 \end{array} + \begin{array}{c} \text{Dosis de} \\ \text{aplicación} \\ \text{m}^3 / \text{ha} \end{array} + \begin{array}{c} \text{Costo fertilizante} \\ \text{mineral} \\ \text{USD / Kg} \end{array}$$

Dosis: 50 m³

Aplicación 2,05 USD/ m³

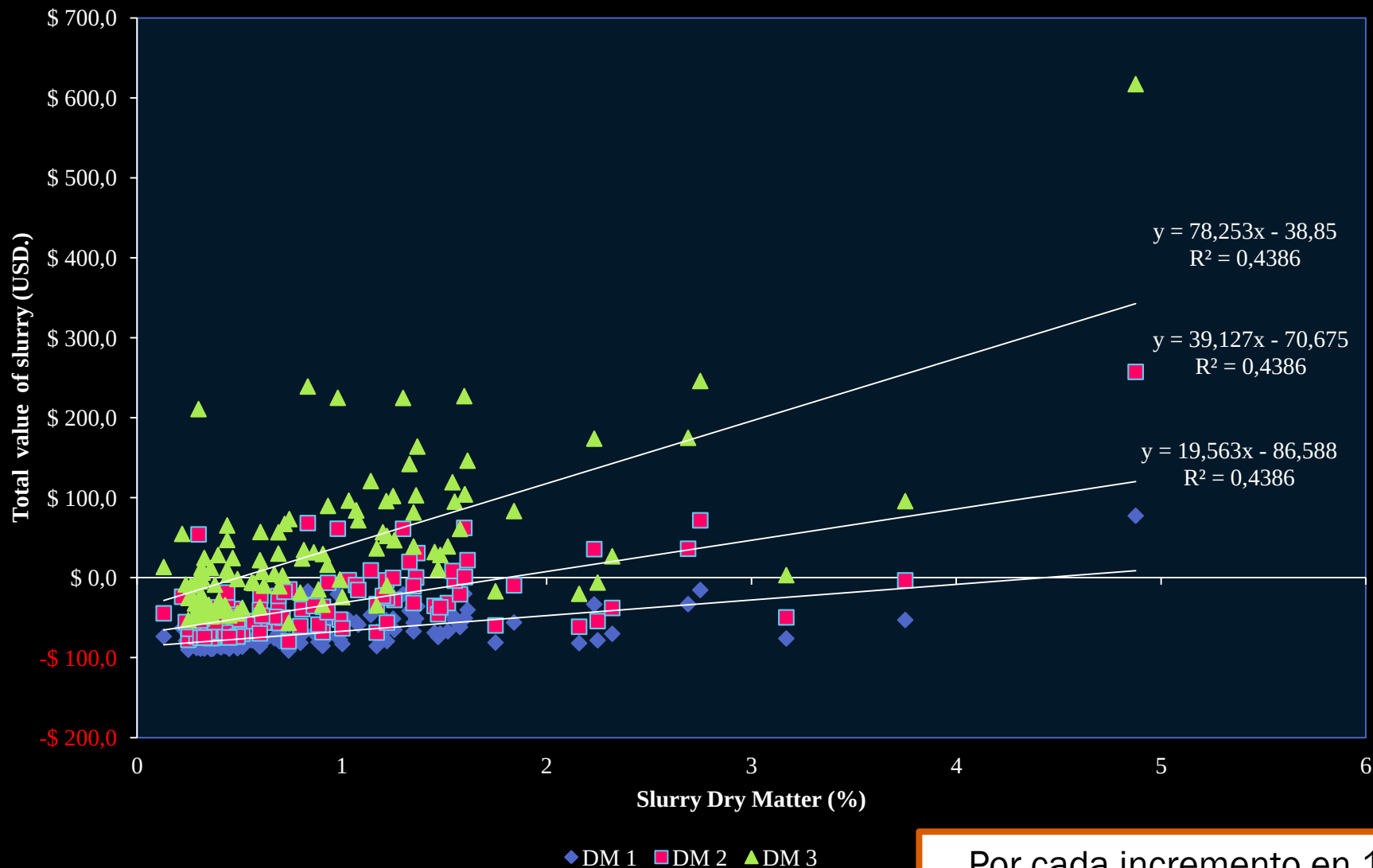
Análisis de sensibilidad considerando diferentes escenarios: Actual %MS

- Incremento del 100 y 400% en %MS
- Incremento del 25 and 50% en los precios de los fertilizantes y
- Disminución / Aumento del 50% de los costos de aplicación

APORTE DE NUTRIENTES (USD) VERSUS CAMBIOS EN %MS

	ARGENTINA
<i>Escenarios potenciales</i>	<i>(% casos positivos)</i>
MS Actual	1
Incremento 200% MS	14
Incremento 400% MS	54
Incremento 25% of fertilizer price	3
Incremento 50% of fertilizer price	7
Disminución 50% of application cost	14
Incrmento 50% of application cost	0

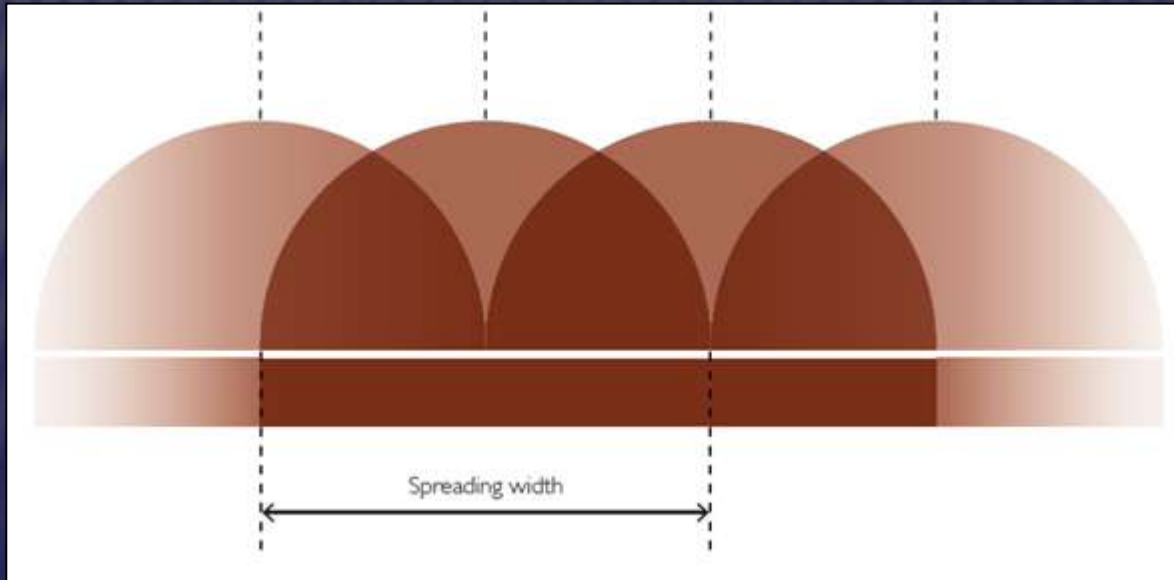
Escenarios: %MS ACTUAL (0,62%) --- +100%MS --- +400 %MS



Por cada incremento en 1%,
representa 19,5 USD/m³

CÓMO ESPARCIR CON PRECISIÓN Y UNIFORMEMENTE?

- ✖ Mantener las dosis más bajas para esparcir: es mejor esparcir de menos que sobresaturar los suelos.
- ✖ Calibrar/medir las dosis aplicadas.
- ✖ Evitar solapamientos de las aplicaciones.



DOSIS Y MOMENTO DE APLICACIÓN DE ESTIERCOL EN DOS AMBIENTE SOBRE UN CULTIVO DE RAIGRAS

- × Dos ambientes edafo-climáticos,
- × Diferentes dosis: 0, 100 y 100 Kg N/ha
- × Momentos de aplicación: dosis completa pre-siembra vs 50% a la siembra y 50% dp 1° corte

➤ %MS – PMS – EAUN (kgMS/kg N aplicado)

➤ RO: BA: 31%MS y 2,5%N SF: 21%MS y 2,2%N

Ambiente-Año	MA	PMS (kg MS/ha) ± EE	EAUN (kg MS/Kg N) ± EE
Santa Fe	Testigo	3.559 ^a ± 77,06	-
Santa Fe	1	4.316 ^b ± 116,43	5,05 ± 0,51
Santa Fe	2	4.098 ^b ± 205,68	3,60 ± 0,78
Buenos Aires	Testigo	3.239 ^a ± 790,7	-
Buenos Aires	1	6.248 ^b ± 478,39	32,71 ± 7,91
Buenos Aires	2	7.881 ^b ± 248,80	46,42 ± 4,78

CONCLUSIONES

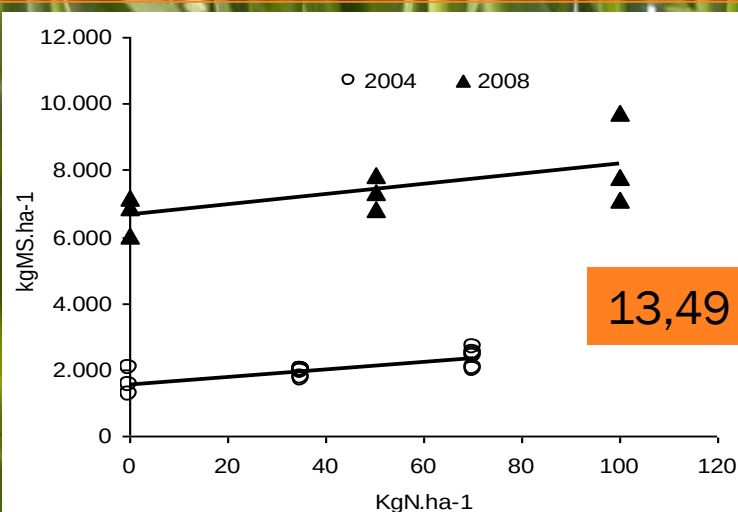
- La PMS se incrementó de **539 a 1.568 kg MS/ha** en los tratamientos que recibieron el estiércol independientemente del ambiente, dosis y año evaluados.
- El MA no tuvo efecto en la producción.
- La mayor EAUN se dio en Buenos Aires y en el primer año evaluado, con muy buenas condiciones climáticas (62% más de precipitaciones que la media histórica, distribuidas uniformemente).
- Los menores valores de EAUN obtenidos en Santa Fe se pueden relacionar con precipitaciones escasas (déficit crítico (<60 mm de agua en el perfil de suelo)), que podrían haber condicionado la mineralización y las pérdidas del N, como también la demanda del cultivo.

EFICIENCIA DE UTILIZACIÓN DE NITRÓGENO EN AVENA FERTILIZADA CON ESTIÉRCOL BOVINO.

Evaluar la eficiencia de utilización del nitrógeno (N) del estiércol como fertilizante en avena en diferentes ambientes

EAUN: Eficiencia Aparente de Utilización de N = kgMS/kgN aplicado como estiércol

Relación entre el N agregado y la acumulación de biomasa de la avena



13,49 kgMS/kgN agregado

EAUN = 9,26 Kg MS/Kg N

EAUN = 14,28 Kg MS/Kg N

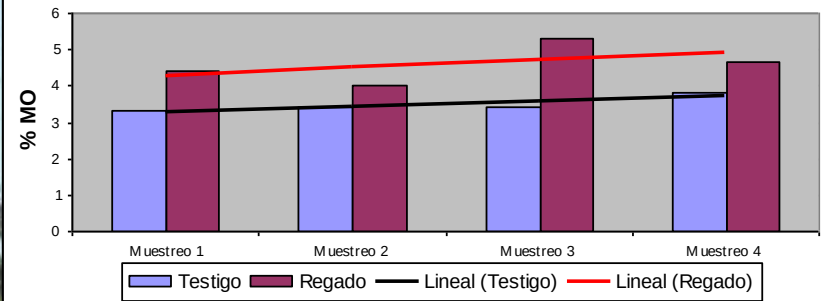
Charlón, Herrero y col., 2011

EQUIPO DE RIEGO MÓVIL DE ASPERSIÓN CONTINUA

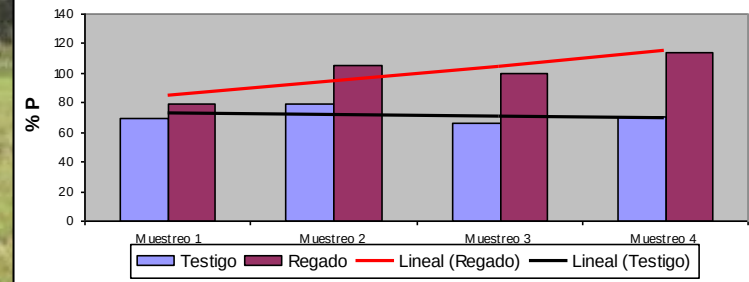


PROPIEDADES DEL SUELO

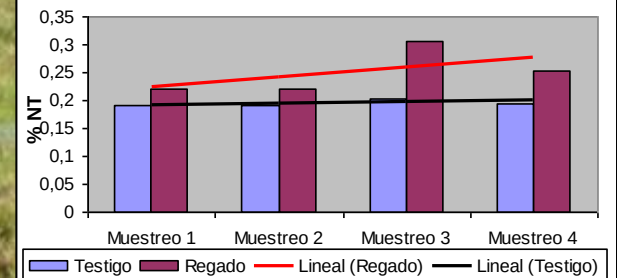
Materia Orgánica



Fósforo asimilable



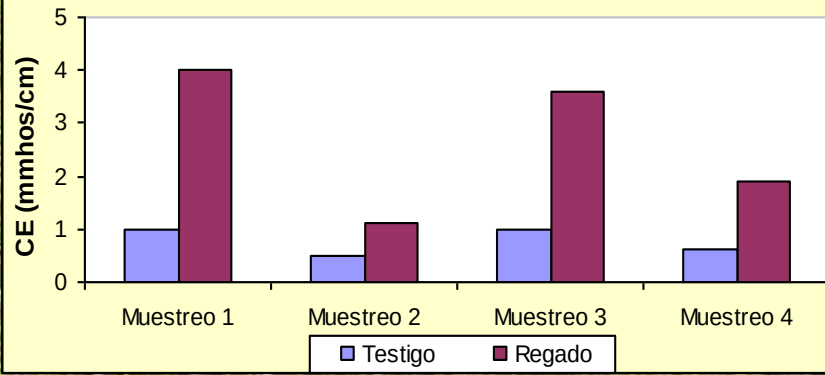
Nitrógeno Total



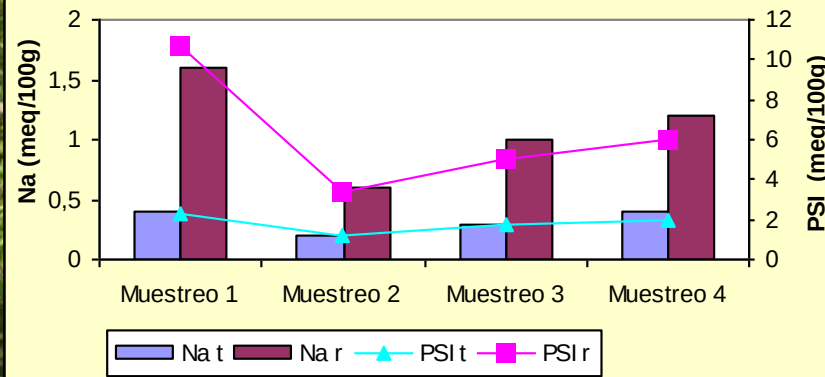
Evaluación 2 años: 4 millones de litros
efluente (80 mm), 560 Kg N y 40 Kg P

Charlón y col., 2005

Conductividad eléctrica



Sodio y PSI



Valor de PSI para verificar si puede existir problemas de sodificación y dispersión de la arcilla (PSI > 15%)

Caso de estudio: Suelos normales con $CE < 4$ y $PSI < 15\%$

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICA Y QUÍMICA DE UN SUELO ARGIUOL CON EL AGREGADO DE EFLUENTES DE TAMBO



- REGADO: 3 años consecutivos la aplicación por aspersión de los efluentes del tambo
- NO REGADO: sector este, sin la aplicación de efluentes.

MS	0,75%
N	113g/m ³
P	10g/m ³

Alfalfa SD sobre rastrojo de sorgo para silo

PROPIEDADES FÍSICAS:

Intervalo hídrico óptimo (IHO) = es la fracción de agua edáfica fácilmente utilizable por los cultivos, durante el cual el suelo puede ser penetrado por las raíces sin mayor resistencia y la aeración no limita la respiración radical. Indicador que reúne propiedades físicas: aeración, agua disponible y resistencia mecánica.

Densidad aparente (Ds) = define como la masa de suelo por unidad de volumen (g.cm³/t.m³) describe la compactación del suelo, representando la relación entre sólidos y espacio

RESULTADOS OBTENIDOS

Variable	Sin efluente	Con efluente
M.O. (%)	3,78	4,56
P (ppm)	101	132
pH	6,7	6,2
Ca (meq/100 g)	10,6	11,7
Mg (meq/100 g)	3,9	3,6
CE (mmhos/cm)	1,4	1,9



**!! 79 kg de P ó
395 kg/ha FDA**

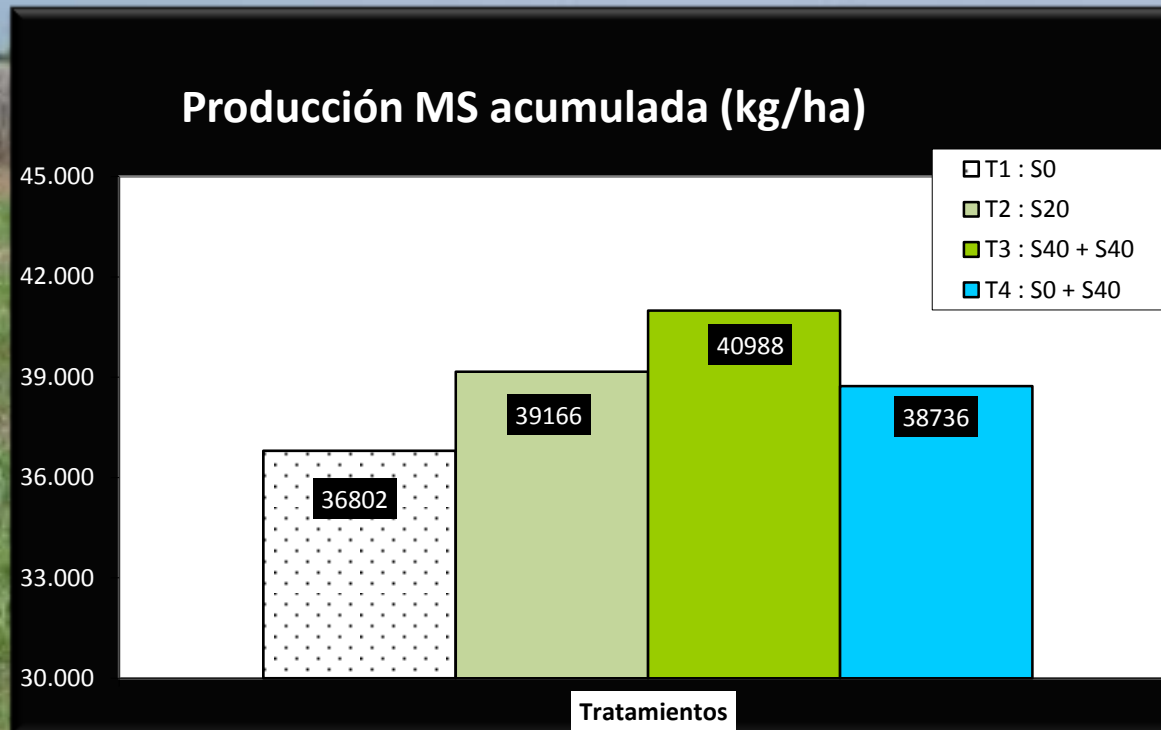
Facultad de Ciencias Agraria (UNL) - INTA EEA Rafaela

El uso de RO ha contribuido para mantener una mejor condición estructural del suelo (mayor amplitud del IHO y mayor valor de Ds crítica). Además incrementaron los contenidos de MO y de Ca.

IMPORTANTE

Desde el punto de vista de la conservación del suelo pues están directamente relacionadas con la estabilidad estructural y con la fertilidad química.

UTILIZACIÓN DE RESIDUOS ORGANICOS SOBRE LA PRODUCCIÓN Y LA CALIDAD DE UNA PASTURA DE ALFALFA



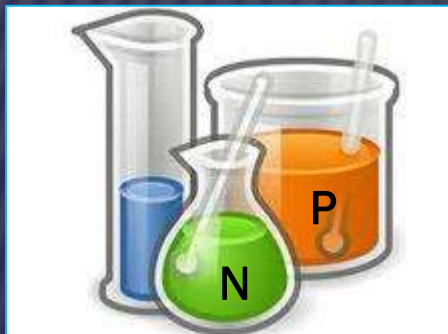
Tratamiento	MS Total Kg/ha	Incremento respecto del testigo (%)	% PB
T1 : S0	36802 ^b	-	24.33 ^b
T2 : S20	39166 ^{ab}	6.4	25.01 ^{ab}
T3 : S40+S40	40988 ^a	11.4	25.65 ^a
T4 : S 0 + S40	38735 ^{ab}	5.3	24.97 ^{ab}

Charlón y col., 2006

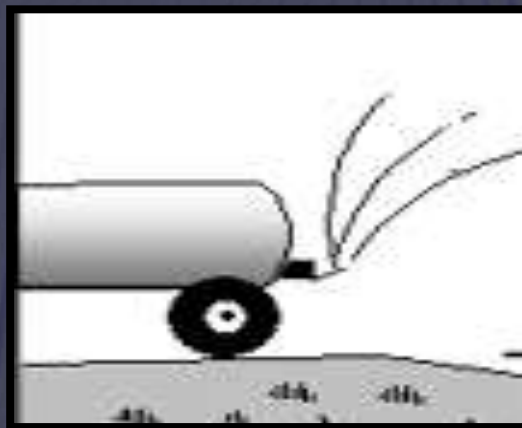
APLICACIÓN ESTRATEGICA



Ubicación



Cantidades



Clima



Momento y
estación

COMENTARIOS FINALES

Pensar en **GESTION** de los efluentes y residuos

Buenas prácticas en el tambo (reducción consumo de agua) permite el mejor **APROVECHAMIENTO** de los efluentes

Buenas prácticas en la almacenamiento y en la aplicación de los efluentes **reduce el impacto** en el ambiente

La producción de forrajes y cultivos con la **utilización estratégica** de los residuos del tambo, es una excelente opción para evitar la contaminación del ambiente y aumentar rendimientos

Visión integradora, desde el bocado del animal

Compromiso y Visión a largo plazo

AGRADECIMIENTOS

- A USTED POR SU ATENCIÓN
- INALE
- ALEJANDRO LA MANNA (INIA)



charlon.veronica@inta.gob.ar