

Video 1

Los 4Rs del Manejo Responsable de los Nutrientes



El Manejo Responsable 4R de los Nutrientes Los 4 Requisitos

Fernando O. García

**Instituto Internacional de Nutrición de
Plantas (IPNI) - Cono Sur**

<http://lacs.ipni.net/>

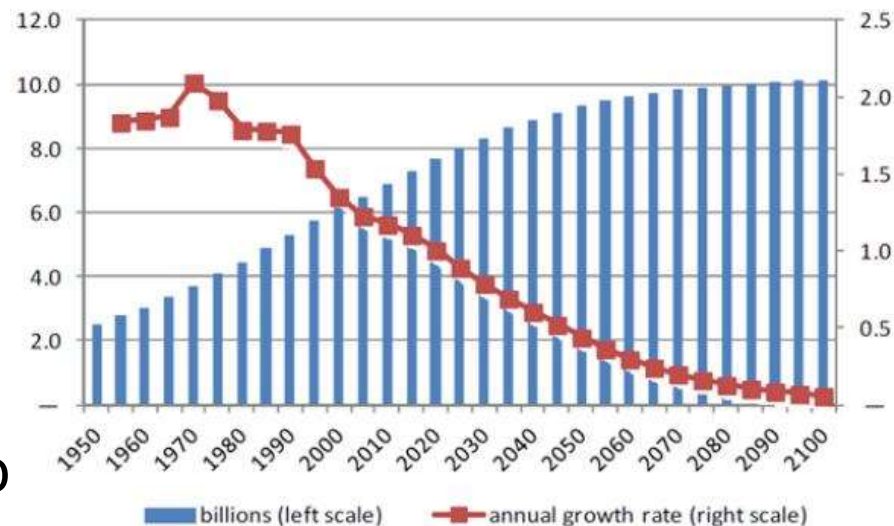


Demandas, desafíos y oportunidades para la agricultura



- Demandas crecientes en cantidad y calidad de alimentos, forrajes, biomateriales, fibras y biocombustibles
- Los desafíos para la agricultura
 - Desarrollo humano y económico
 - Seguridad alimentaria
 - Seguridad energética
 - Uso de tierras
 - Efectos sobre el ambiente (externalidades)

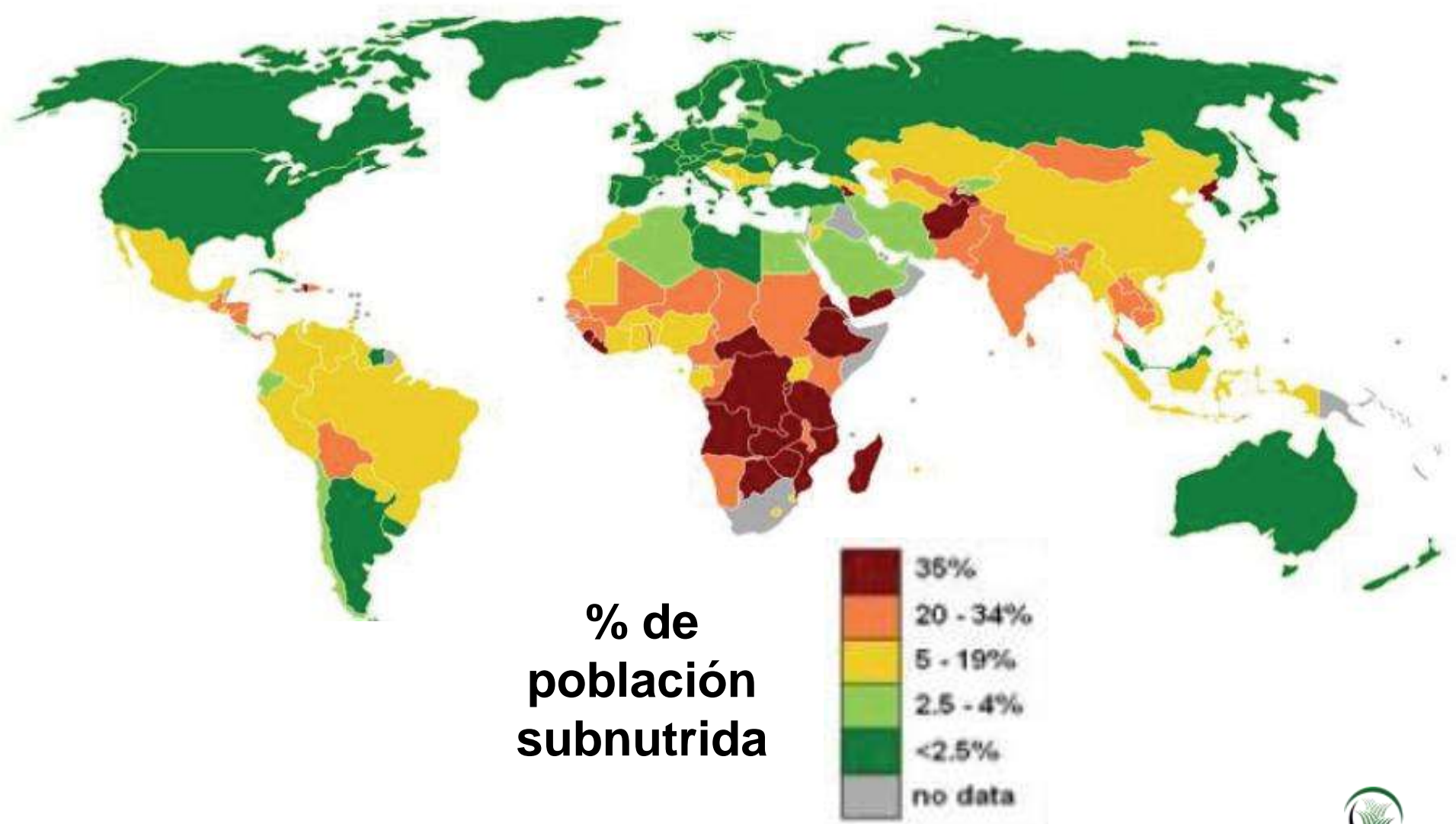
Evolución de la población mundial



Fuente: ONU (2010)

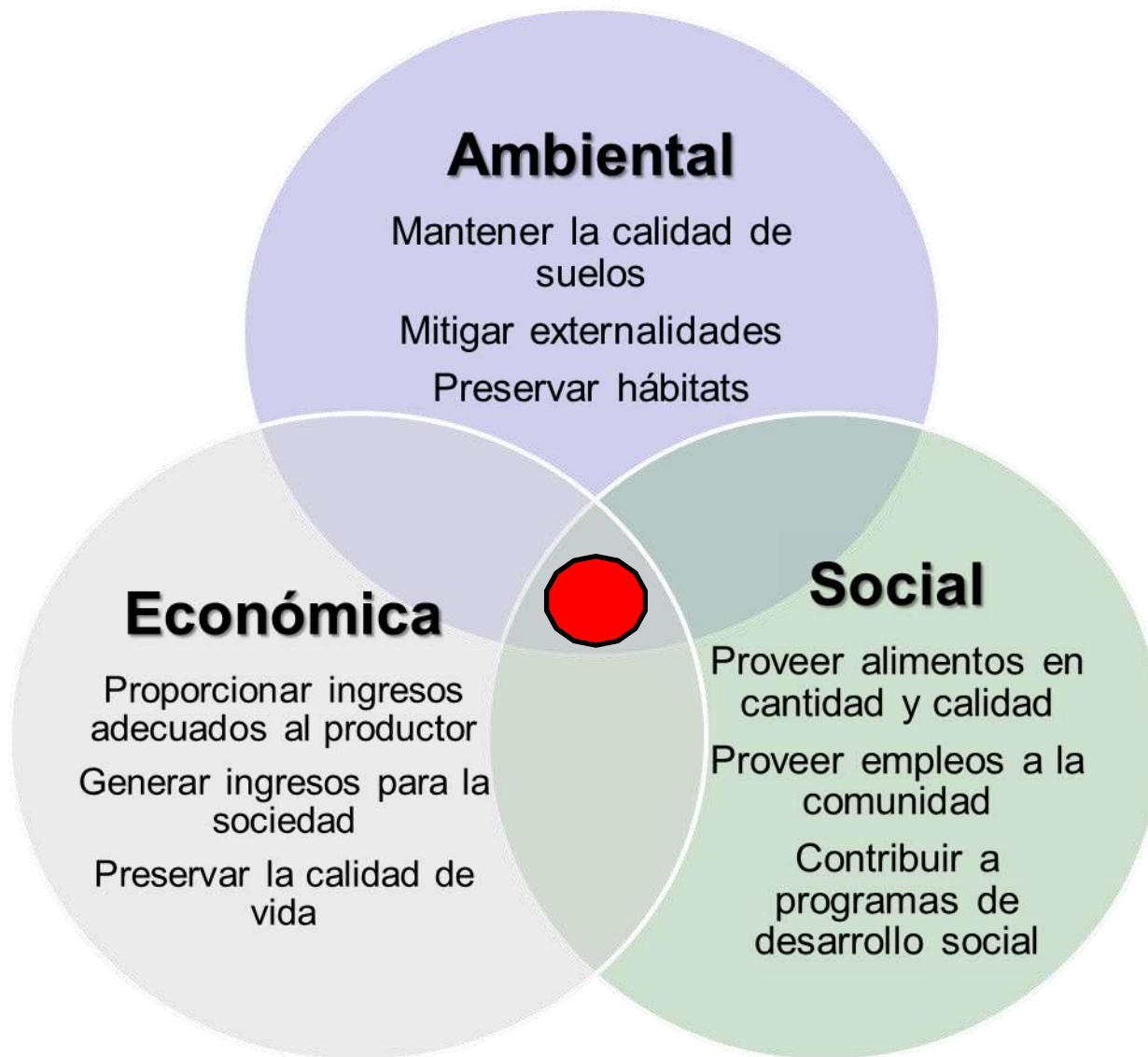


Nuestro mayor desafío: El permanente “verdeo” de este mapa



**% de
población
subnutrida**

Objetivos de sustentabilidad



Comisión Brundtland, ONU, 1987

Intensificación productiva sustentable

- *Mayor producción por unidad de recurso y/o insumo involucrado en el espacio y el tiempo (kg/ha/año)*
- *Mejorar eficiencias en términos agronómicos, económicos y ambientales*
- *Involucra sistemas y no solamente cultivos*

- ***Nutrición adecuada de cultivos y suelos, Balance de nutrientes***
- *Rotaciones*
- *Siembra directa*
- *Genética*
- *Manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas*
- *Prácticas de manejo como cultivos de cobertura*

El Manejo Responsable 4R de los nutrientes – los 4 Requisitos

El **Manejo Responsable 4R** de los nutrientes implica “aplicar la fuente de nutrientes **correcta**, a una dosis **correcta**, en el momento **correcto** y el lugar **correcto**”, una herramienta esencial en el desarrollo de sistemas agrícolas sostenibles.

Las mejores practicas de manejo de los fertilizantes

- *Son herramientas utilizadas a nivel de agricultor para el manejo efectivo y eficiente de los nutrientes*
- *Son el medio principal de los agricultores para lograr simultáneamente los objetivos agronómicos, económicos y ambientales*



Principios científicos específicos *fundamentan las MPM de cultivos y* *uso de fertilizantes*

- *Los principios científicos son globales y aplicables al nivel práctico de manejo en el campo*
- *Su aplicación depende del sistema específico de cultivo que se encuentre bajo consideración*

Ejemplos de principios científicos y opciones prácticas

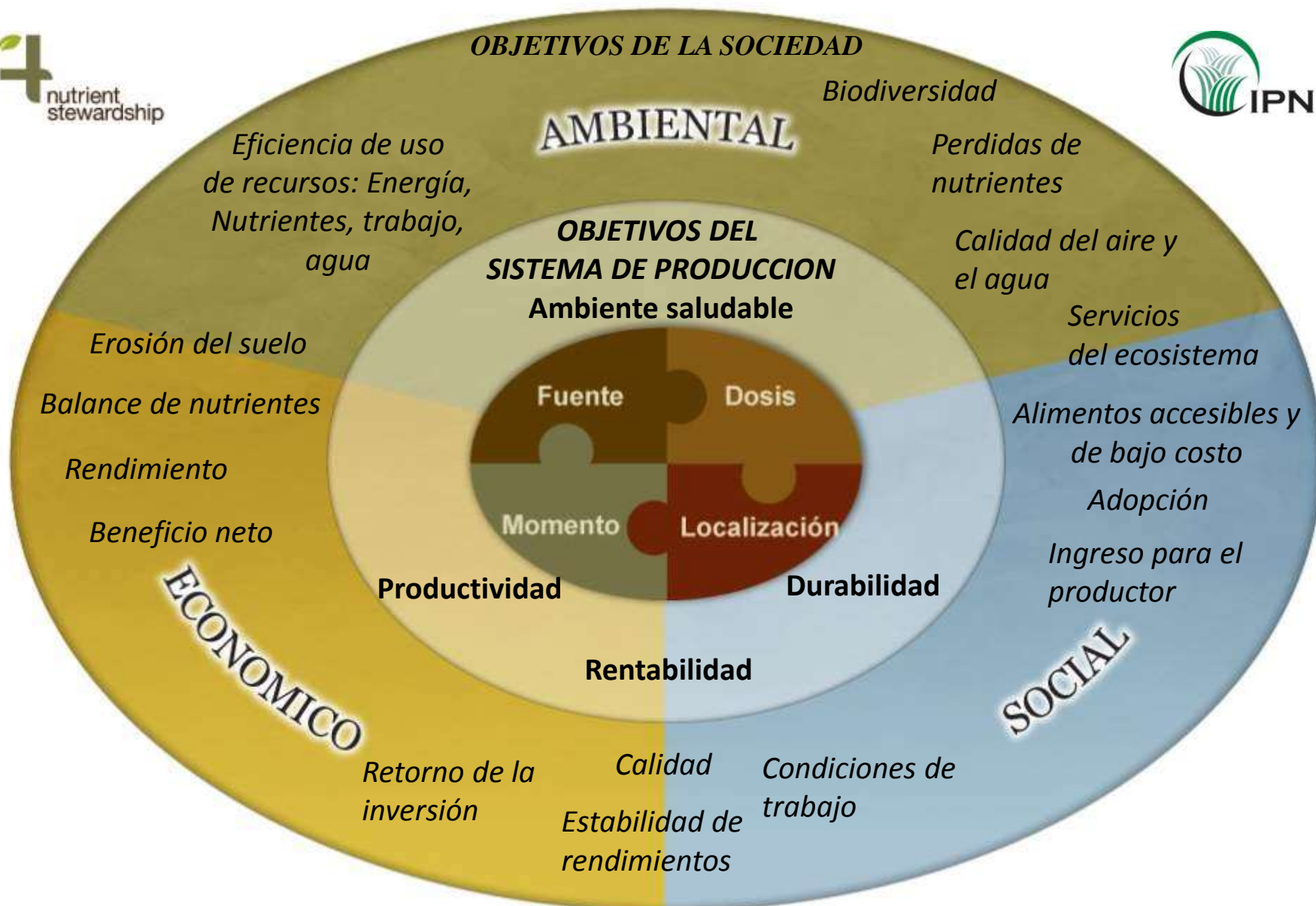
	Fuente	Dosis	Momento	Lugar
Ejemplos de Principios Científicos Claves	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Asegurar una oferta balanceada de nutrientes ◆ Adaptarse a las propiedades del suelo 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Evaluar la oferta de nutrientes de todas las fuentes ◆ Evaluar la demanda del cultivo 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Evaluar las dinámicas de toma por el cultivo y de abastecimiento por el suelo ◆ Determinar momentos de riesgo de pérdidas 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Reconocer los patrones de distribución de raíces ◆ Manejar la variabilidad espacial
Ejemplos de Opciones Prácticas	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Fertilizante comercial ◆ Abono animal ◆ Composta ◆ Residuos de cultivos 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Analizar los nutrientes del suelo ◆ Realizar cálculos económicos ◆ Balancear la remoción del cultivo 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Previo a la siembra ◆ A la siembra ◆ En floración ◆ En fructificación 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Al voleo ◆ En bandas superficiales, bandas incorporadas, inyectado ◆ Aplicación en dosis variable

Algunas consideraciones sobre las MPM de fertilizantes

- Las MPM en el uso de fertilizantes (dosis, fuente, momento y lugar) interactúan entre ellas, con las condiciones edafo-climáticas y las otras prácticas de manejo de suelo y de cultivo.
- La combinación adecuada de dosis-fuente-momento-forma es específica para cada condición de lote y/o sitio.
- Las decisiones de implementación de las MPM de fertilizantes impactan la productividad y sustentabilidad del suelo, un recurso finito no renovable sobre el que se basa la producción agropecuaria, y no solo afectan al cultivo inmediato, sino frecuentemente a los cultivos subsiguientes en la rotación.
- Las interacciones entre los nutrientes son muy importantes debido a que la deficiencia de uno puede restringir la absorción y la utilización de otros: Importancia de la nutrición balanceada de los suelos y los cultivos.

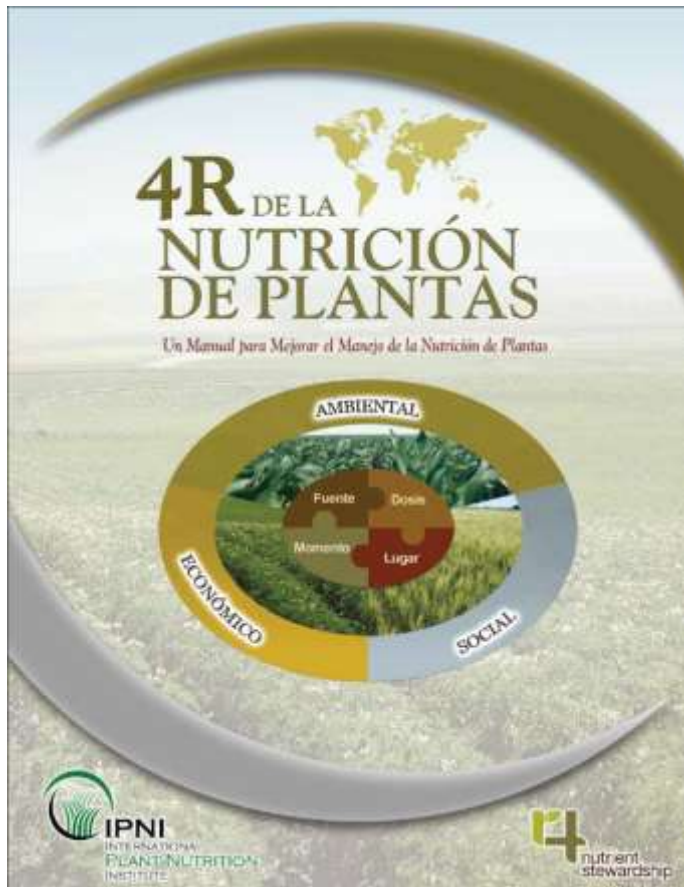


Los 4 Requisitos del Manejo Responsable de Nutrientes (4Rs)



Fuente Correcta a la Dosis Correcta, en el Momento Correcto, y de la Forma Correcta

Nueva publicación de IPNI



Bajo el concepto de los 4 Requisitos (R) - *aplicar la **fuentes** correcta de nutrientes, en la **dosis**, el **momento** y la **localización** correctos-*, el **Manual 4R de la Nutrición de Plantas**, se propone como una herramienta de apoyo para la toma de decisiones referidas al manejo de la nutrición de los cultivos y la fertilidad de los suelos.

Más información en <http://lacs.ipni.net/>

Video 2

La Dosis Correcta



El Manejo Responsable 4R de los Nutrientes La Dosis Correcta

Fernando O. García

Instituto Internacional de Nutrición de Plantas (IPNI) - Cono Sur

<http://lacs.ipni.net/>



Toma de decisiones en el manejo de nutrientes



POSIBLES FACTORES DE SITIO

Cultivo
Suelo
Productor
Aplic. Nutrientes
Calidad de agua
Clima
Tecnología

APOYOS PARA LA TOMA DE DECISIÓN

Demanda cultivo
Abastecimiento suelo
Eficiencia aplicación
Aspectos económicos
Ambiente
Productor/Propietario

Dosis, Fuente, Momento y Forma de aplicación

Probabilidad de ocurrencia
Retorno económico
Impacto ambiental
Etc.

Salida

Decisión

Acción

Resultado

RETROALIMENTACIÓN

Fixen, 2005

Principios científicos para la Dosis Correcta

- Considerar fuente, momento y forma de aplicación.
- Evaluar la demanda de nutrientes de la planta.
- Usar métodos adecuados para evaluar la oferta de nutrientes del suelo.
- Evaluar todas las fuentes de nutrientes disponibles.
- Predecir la eficiencia de uso del fertilizante.
- Considerar los impactos sobre el recurso suelo.
- Considerar aspectos económicos para elección de la dosis específica.

Requerimientos Nutricionales de los Cultivos

Absorción y extracción por tonelada de órgano cosechado
(base seca)

Cultivos	Absorción Total (kg/ton)						Extracción (kg/ton)					
	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
Soja	66	6	35	14	8	4	49	5.4	17	2.7	3.1	2.8
Maíz	22	4	19	3	3	4	15	3	4	0.2	2	1
Trigo	30	5	19	3	4	5	21	4	4	0.4	3	2
Girasol	40	11	29	18	11	5	24	7	6	1.5	3	2
Sorgo	30	4	21	-	4	4	20	4	4	-	1	2

Fuente: <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1024>

CÁLCULO DE REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Planilla de cálculo para estimar la absorción y extracción de nutrientes
CEREALES, OLEAGINOSAS, INDUSTRIALES Y FORRAJERAS



Dr. Fernando O. García
Ing. Agr. Adrián A. Correndo
Ultima Revisión: 09/03/2012



IPNI PROGRAMA LATINOAMÉRICA CONO SUR

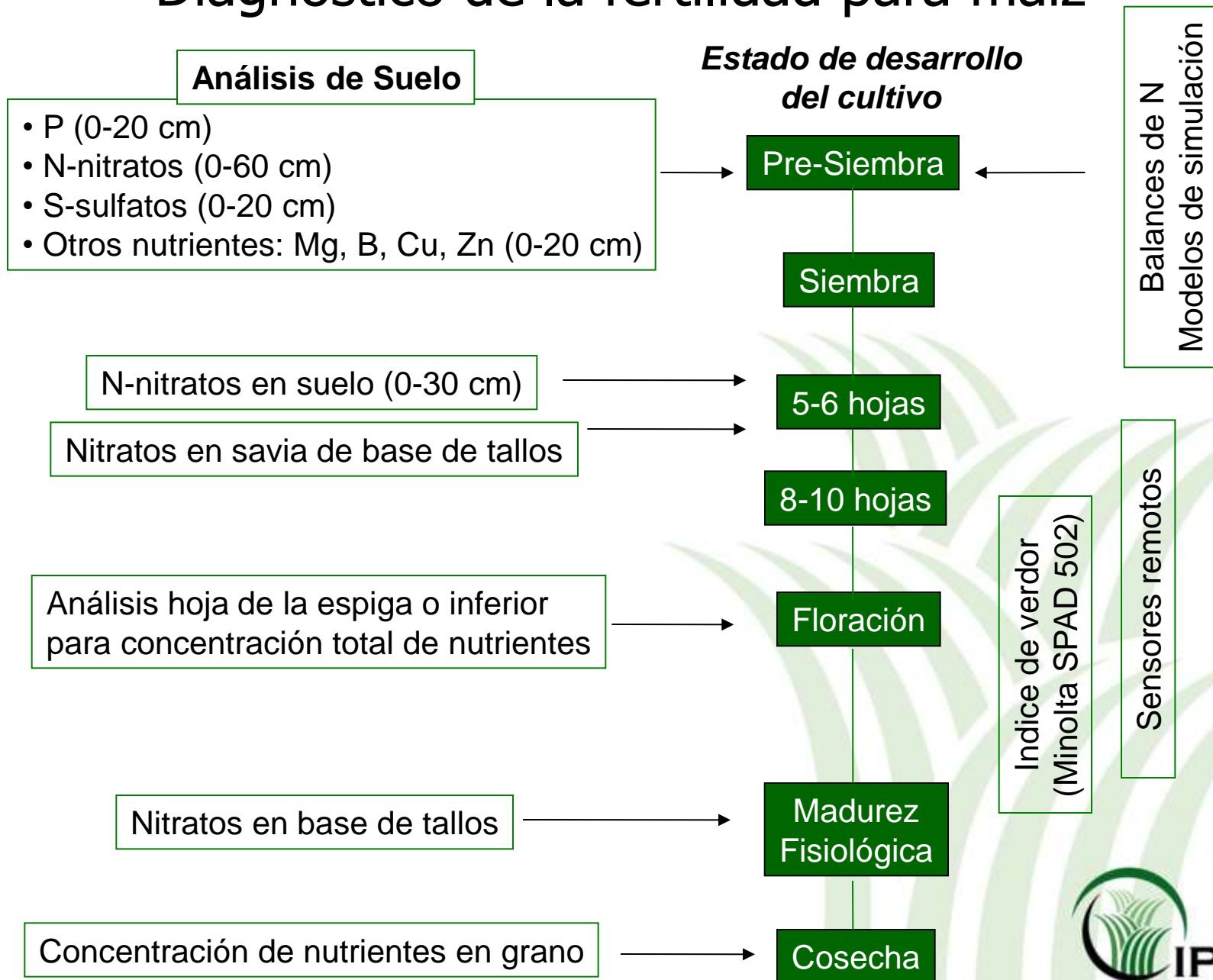
<http://lacs.ipni.net/topic/nutrient-requirements>

MAÍZ (Zea mays L.)				
RENDIMIENTO			HUMEDAD DE GRANO	
(kg ha ⁻¹)			[%]	
12000			14,5	
NUTRIENTE	REQUERIMIENTO	IC	ABSORCIÓN	EXTRACCIÓN
-	(kg ton ⁻¹)	(%)	(kg ha ⁻¹)	
N	22	0,68	225,7	153,5
P	4	0,76	41,0	31,2
K	19	0,21	194,9	40,9
Ca	3	0,07	30,8	2,2
Mg	3	0,53	30,8	16,3
S	4	0,35	41,0	14,4
B	0,02	0,25	0,21	0,05
Cl	0,444	0,06	4,56	0,27
Cu	0,013	0,29	0,13	0,04
Fe	0,125	0,36	1,28	0,46
Mn	0,189	0,17	1,94	0,33
Mo	0,001	0,63	0,01	0,01
Zn	0,053	0,5	0,54	0,27
Ni	-	-	-	-

TRIGO (Triticum aestivum L.)				
RENDIMIENTO			HUMEDAD DE GRANO	
(kg ha ⁻¹)			[%]	
4000			13,5	
NUTRIENTE	REQUERIMIENTO	IC	ABSORCIÓN	EXTRACCIÓN
-	(kg ton ⁻¹)	(%)	(kg ha ⁻¹)	
N	30	0,69	103,8	71,6
P	5	0,8	17,3	13,8
K	19	0,21	65,7	13,8
Ca	3	0,14	10,4	1,5
Mg	4	0,63	13,8	8,7
S	5	0,34	17,3	5,9
B	0,025	0,5	0,09	0,043
Cl	-	-	-	-
Cu	0,010	0,75	0,03	0,026
Fe	0,137	0,99	0,47	0,469
Mn	0,070	0,17	0,25	0,042
Mo	-	-	-	-
Zn	0,052	0,5	0,18	0,090
Ni	-	-	-	-

SOJA (Glycine max. [L.] Merr.)				
RENDIMIENTO			HUMEDAD DE GRANO	
(kg ha ⁻¹)			[%]	
3000			13,5	
NUTRIENTE	REQUERIMIENTO	IC	ABSORCIÓN	EXTRACCIÓN
-	(kg ton ⁻¹)	(%)	(kg ha ⁻¹)	
N	75	0,73	194,6	142,1
P	7	0,88	18,2	16,0
K	39	0,49	101,2	49,6
Ca	16	0,19	41,5	7,9
Mg	9	0,39	23,4	9,1
S	4,5	0,72	11,7	8,4
B	0,025	0,31	0,065	0,020
Cl	0,237	0,47	0,615	0,289
Cu	0,025	0,53	0,065	0,034
Fe	0,300	0,25	0,779	0,195
Mn	0,150	0,33	0,389	0,128
Mo	0,005	0,85	0,013	0,011
Zn	0,06	0,7	0,156	0,109
Ni	-	-	-	-

Diagnóstico de la fertilidad para maíz

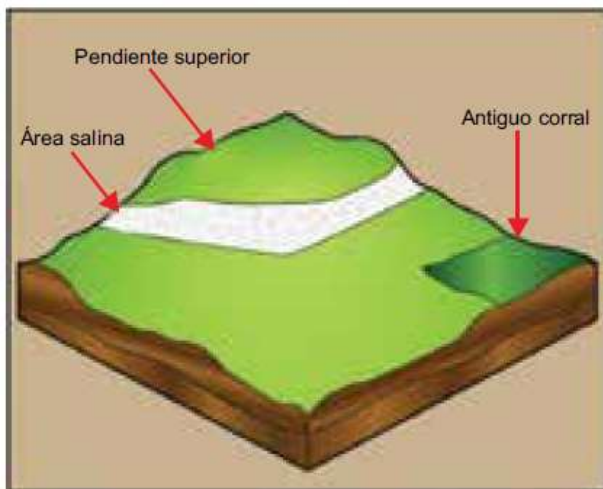


Objetivos del análisis de suelo con fines de diagnostico

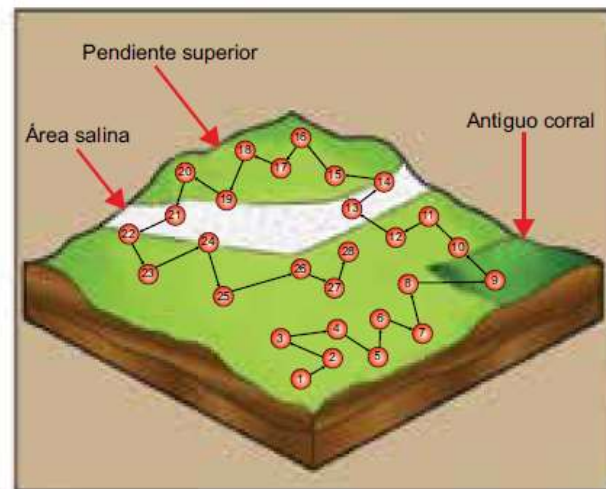


- *Proveer un índice de disponibilidad de nutrientes en el suelo*
- *Predecir la probabilidad de respuesta a la fertilización o encalado*
- *Proveer la base para el desarrollo de recomendaciones de fertilización*
- *Contribuir a la protección ambiental mejorando la eficiencia de uso de los nutrientes y disminuyendo la huella (“footprint”) de la agricultura sobre el medio ambiente*

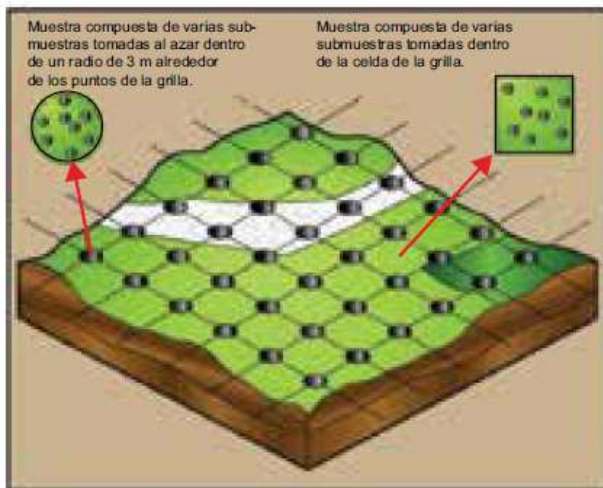
Diferentes aproximaciones al muestreo de suelos



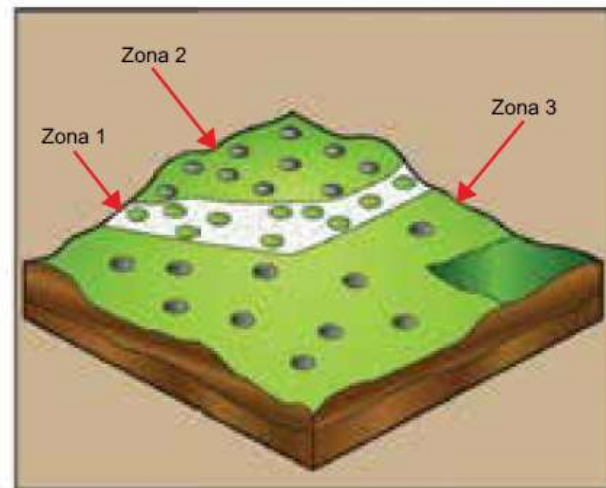
Lote a muestrear



Muestreo aleatorio



Muestreo en grilla



Muestreo por zona de manejo

Factores que afectan la disponibilidad del nutriente	N	P	K	S	Ca y Mg	Micros
pH	X	X	X	X	X	X
Humedad	X	X	X	X	X	X
Temperatura	X	X	X	X	X	X
Aireación	X	X	X	X	X	X
Materia orgánica	X	X		X	X	X
Cantidad de arcilla	X	X	X	X	X	X
Tipo de arcilla		X	X		X	X
Residuos de cultivos	X	X	X	X	X	X
Compactación del suelo		X	X			
Nivel de nutriente en el suelo		X	X		X	
Otros nutrientes		X	X		X	X
Tipo de cultivo	X	X		X		X
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)			X		X	X
% Saturación de CIC					X	

Maíz: Alternativas para la recomendación de fertilización nitrogenada en la Región Pampeana Argentina

Planteo de balances de N

Disponibilidad de N-nitratos (0-60 cm)
150-170 kg/ha para 1000-11000 kg/ha de rendimiento

Índices de mineralización de N (N_0 o N anaeróbico, MO particulada)

Disponibilidad de N-nitratos (0-30 cm) al estado V5-6
> 18-20 mg/kg para 10000-12000 kg/ha de rendimiento

Nitratos en jugo de base de tallos al estado V5-6
> 2000 mg/L para 11000 kg/ha de rendimiento

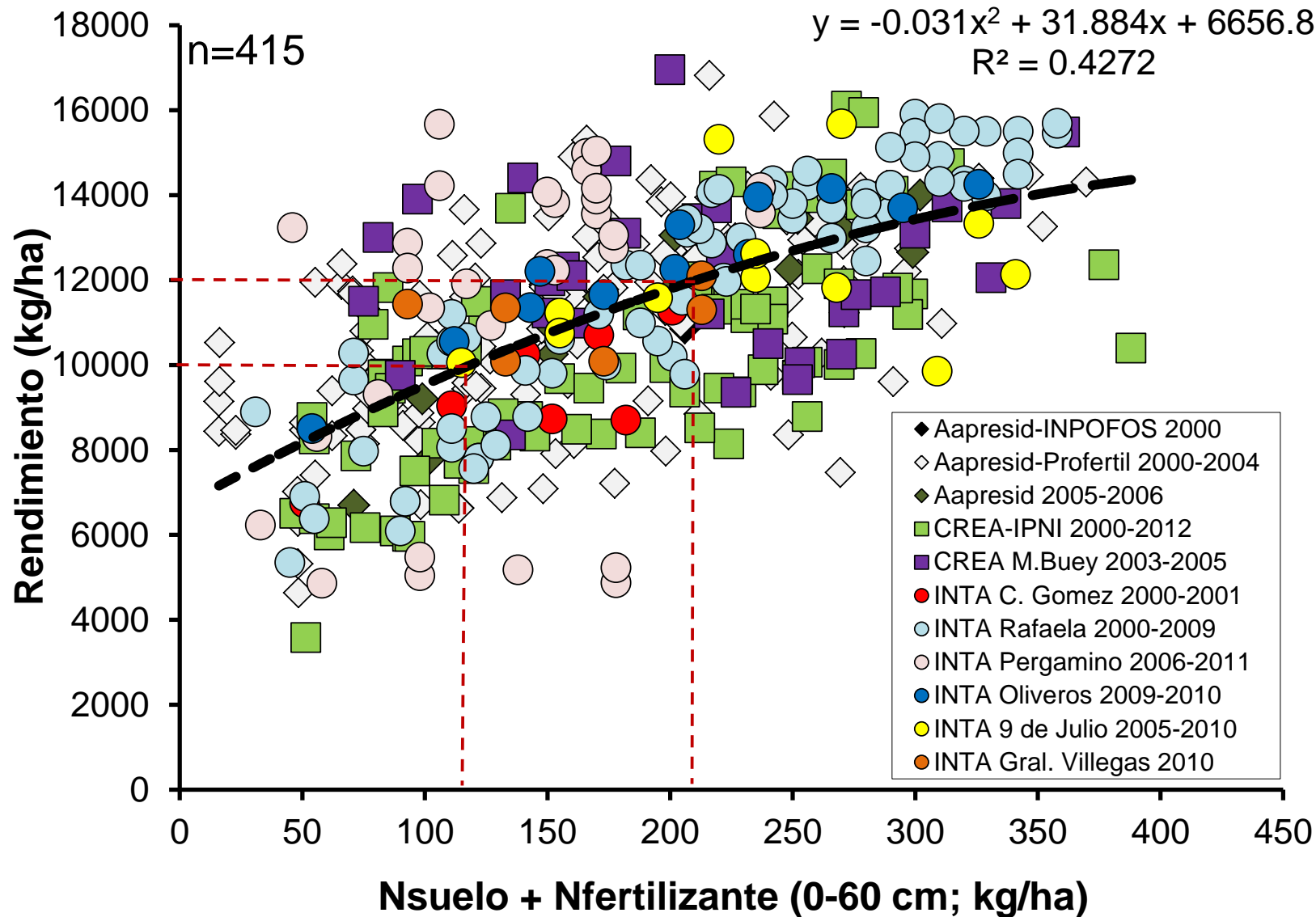
Sensores remotos

Concentración de N en hoja inferior a la espiga en floración > 2.7%

Concentración de N en grano > 1.4%

N disponible a la siembra y Rendimiento de Maíz

Recopilación de ensayos 2000-2011



Evaluar todas las fuentes de nutrientes disponibles

Ajustar las dosis de nutrientes a aplicar según:

- El abastecimiento del suelo
- El aporte de abonos orgánicos
- El aporte de los residuos
- El aporte del agua de riego
- La fijación biológica de N

Eficiencia de uso de los fertilizantes

- Las plantas no pueden utilizar el 100% de los nutrientes aplicados debido a los mecanismos de pérdidas
- Fijación por componentes orgánicos e inorgánicos del suelo
- Inmovilización microbiana
- Lavado
- Volatilización

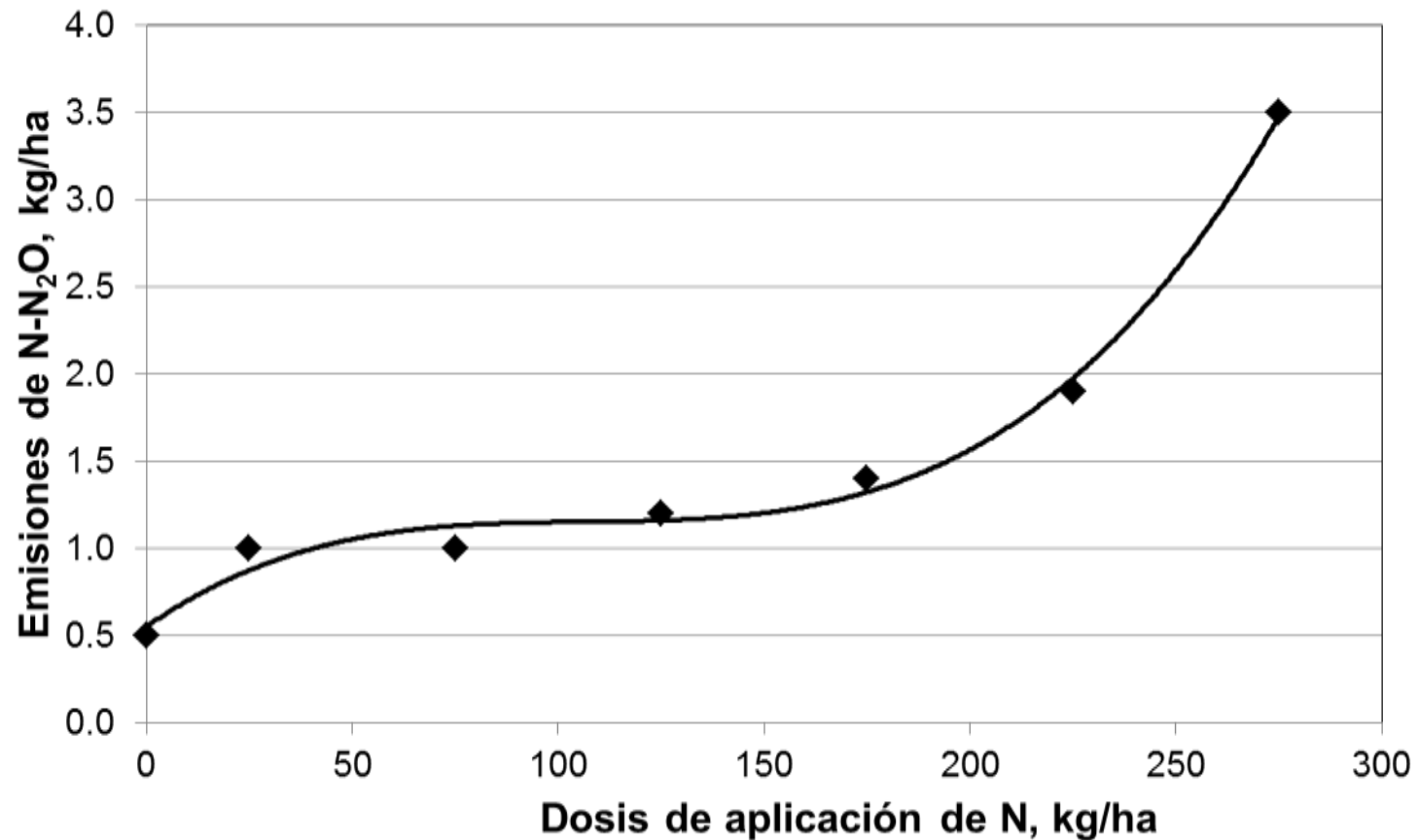


Considerar los impactos sobre el recurso suelo

Las dosis de aplicación deben optimizar el crecimiento del cultivo:

- Aportar mas C al suelo a través de los residuos de los cultivos
- Aumentar el contenido de C del suelo
- Mejorar la estructura del suelo
- Mejorar la capacidad de almacenamiento de agua y de nutrientes
- Mantener optimo niveles de análisis de suelos (P y K)

Dosis de N superiores al óptimo agronómico pueden incrementar el riesgo de emisión de N_2O



Mediana balanceada de las tasas de emisión de N_2O como función del N aplicado (adaptado a partir de Bouwman et al., 2002)

La dosis correcta debe asegurar buena rentabilidad

- Para nutrientes móviles (N, S, etc.), se prefiere la dosis optima económica (DOE) por sobre la dosis optima agronómica
- Para nutrientes de menor movilidad, La aplicación mayor a la DOE puede tener beneficios en el largo plazo
- Mantener la fertilidad del suelo en niveles óptimos da mayor flexibilidad en el momento y dosis de aplicación
- Riesgos: rentabilidad, impacto ambiental, balances con dosis correcta



Video 3

El Momento Correcto



El Manejo Responsable 4R de los Nutrientes El Momento Correcto

Fernando O. García

Instituto Internacional de Nutrición de Plantas (IPNI) - Cono Sur

<http://lacs.ipni.net/>



Principios científicos para el Momento Correcto

- Considerar la fuente, dosis y lugar de aplicación.
- Evaluar el momento de la toma de nutrientes por la planta.
- Evaluar las dinámicas del suministro de nutrientes del suelo.
- Reconocer la dinámica de las pérdidas de nutrientes del suelo.
- Evaluar la logística de las operaciones en el campo.

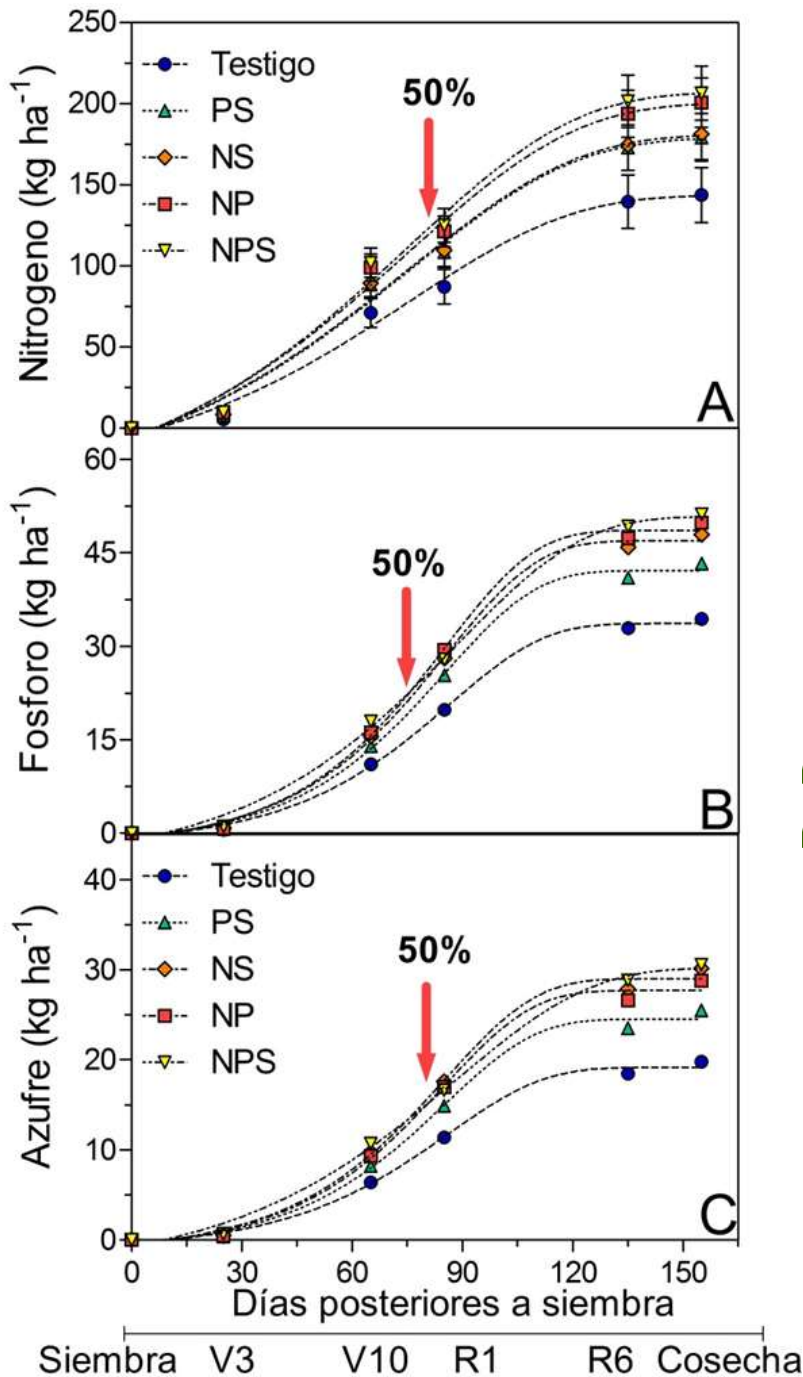


Absorción de nitrógeno, fósforo y azufre en maíz

La flecha indica la absorción del 50% de cada nutriente

Fuente: Ciampitti et al. – Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe. Promedios de cuatro sitios, 2006/07

Absorción de Nutrientes



Evaluar las dinámicas del suministro de nutrientes del suelo

- Mineralización – inmovilización
 - *Importante para N: N liberado o inmovilizado por el residuo del cultivo predecesor*
- Adsorción - desorción
- Fijación – liberación
 - *Dos procesos importantes para nutrientes como el P*



Dinámica de las pérdidas de nutrientes del suelo

- Reconocer mecanismos de perdidas de los nutrientes
- N por lavado, desnitrificación, volatilización
- P por escurrimiento
- Impacto ambiental de las perdidas de N y P
- Uso de fertilizantes de eficiencia mejorada, como fertilizantes de liberación lenta o controlada, o inhibidores de la nitrificación o de la ureasa



Logística de las operaciones en el campo

- Las decisiones del momento de aplicación deben ser practicas
- La logística de la siembra y el momento de aplicación de nutrientes depende del tamaño de la explotación
- Las aplicaciones anticipadas, cuando son factibles, pueden ahorrar un tiempo valiosos durante la estación de crecimiento
- El P y K, por su dinámica, se prestan a la aplicación anticipada, pero se deben tomar precauciones con la anticipación de la aplicación de N

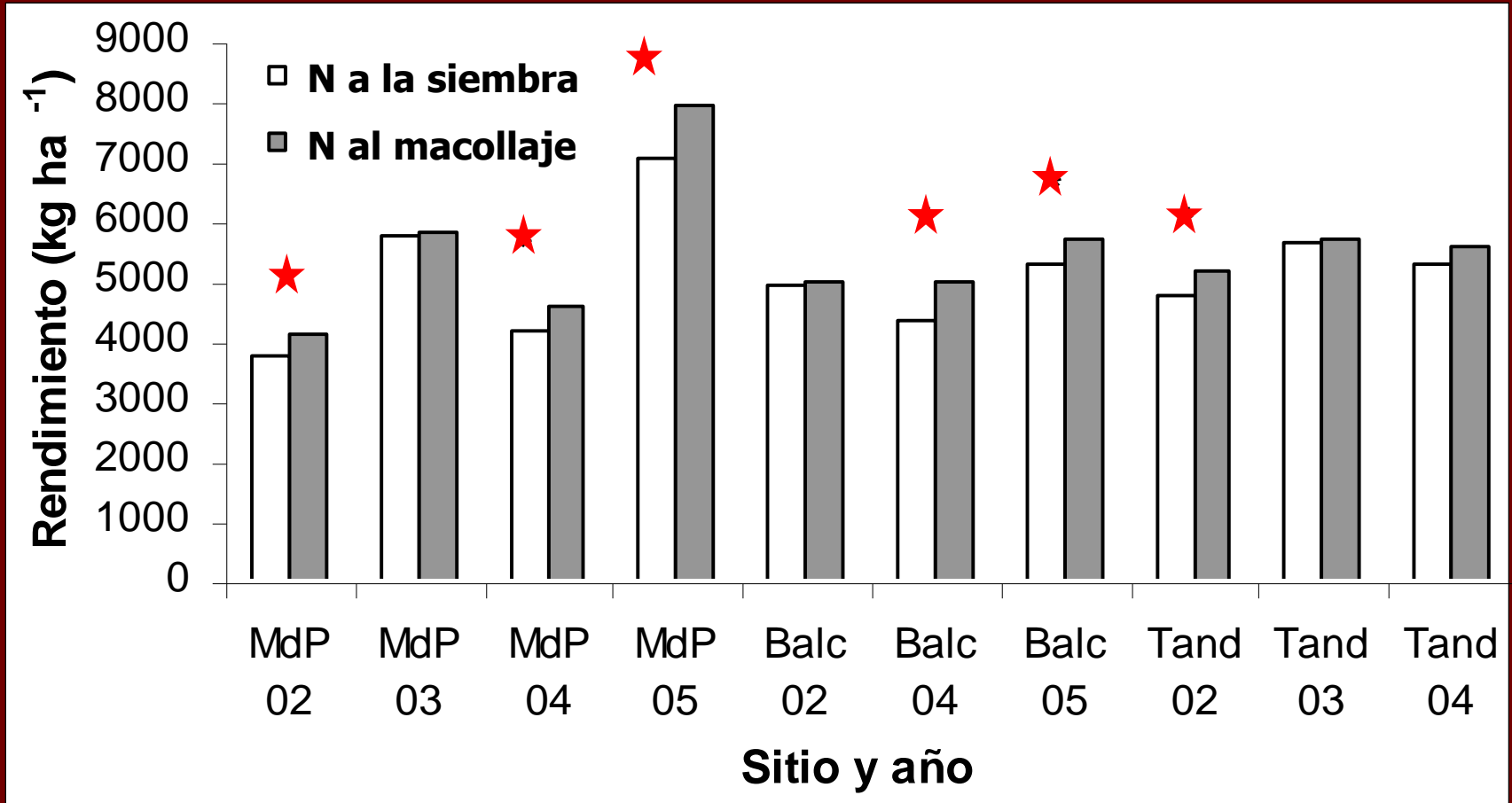


Momento de aplicación de N en trigo

EEA INTA-FCA Balcarce – Barbieri et al. (2008)

Campañas 2002/03 a 2005/06

Diferencias en 6 de 10 sitios a favor del macollaje

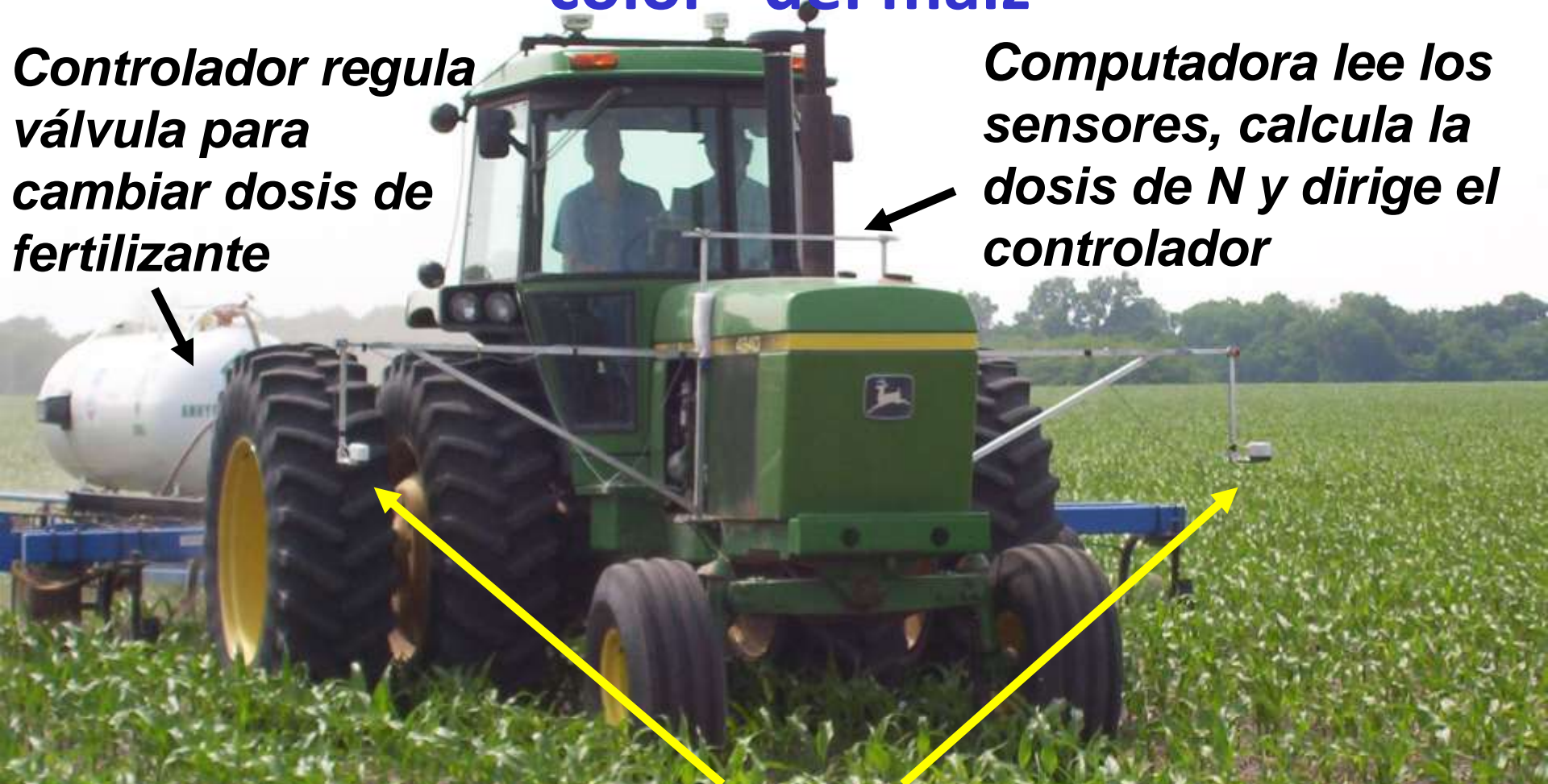


★ **Indica diferencias de la aplicación al macollaje sobre la de siembra**

Aplicación variable de N según sensores de “color” del maíz

Controlador regula válvula para cambiar dosis de fertilizante

Computadora lee los sensores, calcula la dosis de N y dirige el controlador



Sensores

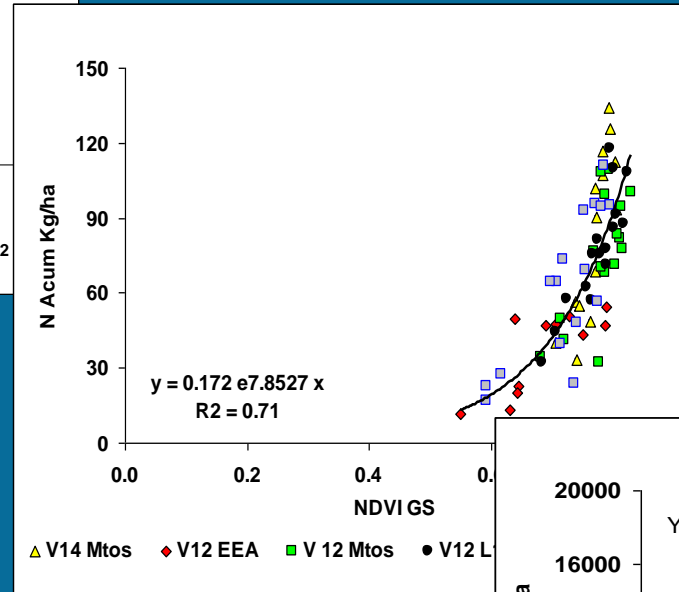
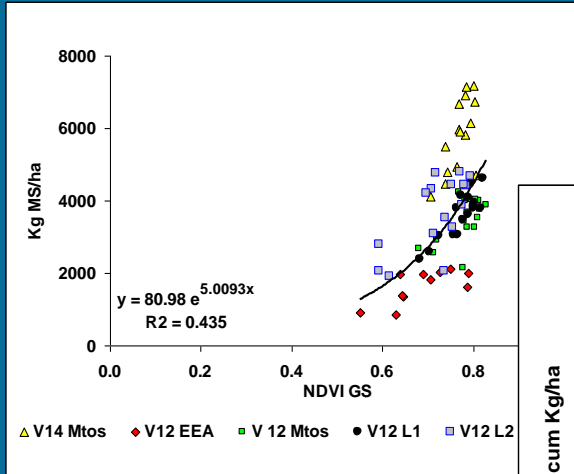
06/01/2005

Fuente: Scharf (2005)

Aplicación variable de N según sensores que determinan el NDVI

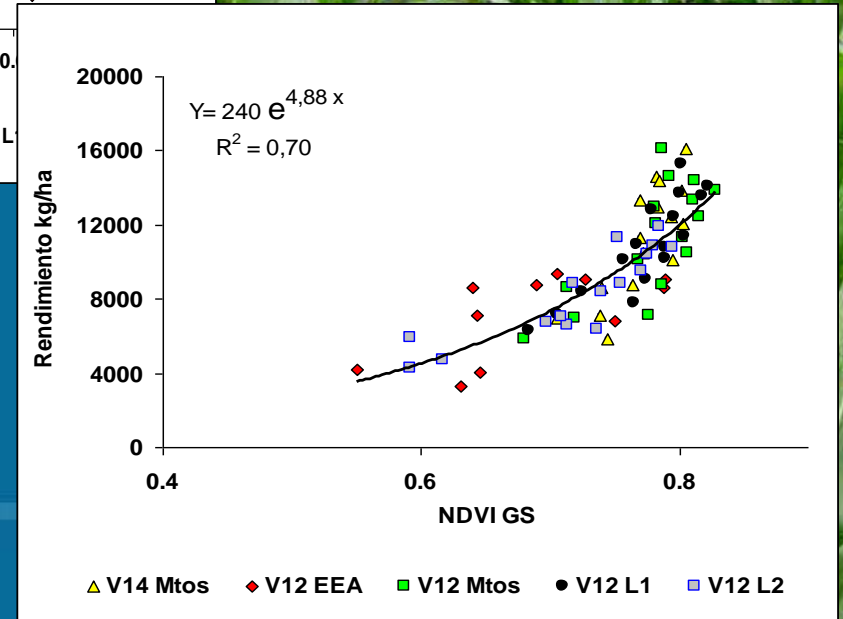
NDVI PREDICE...

CRECIMIENTO



ESTADO DE NUTRICION

RENDIMIENTO BASE DE CALCULO DE LA DOSIS DE N



Fuente: Ricardo Melchiori – INTA Paraná

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

Video 4

La Fuente y Forma Correctas



El Manejo Responsable 4R de los Nutrientes La Fuente y el Lugar Correctos

Fernando O. García

Instituto Internacional de Nutrición de Plantas (IPNI) - Cono Sur

<http://lacs.ipni.net/>



Principios científicos para la Fuente Correcta

- Considerar dosis, momento, y forma de aplicación.
- Abastecer los nutrientes en formas disponibles para las plantas.
- Ajustar a las propiedades físico-químicas del suelo.
- Reconocer sinergismos entre nutrientes y fuentes.
- Reconocer la compatibilidad de mezclas.
- Reconocer los beneficios y sensibilidades a elementos asociados.
- Controlar los efectos de los elementos no nutritivos.

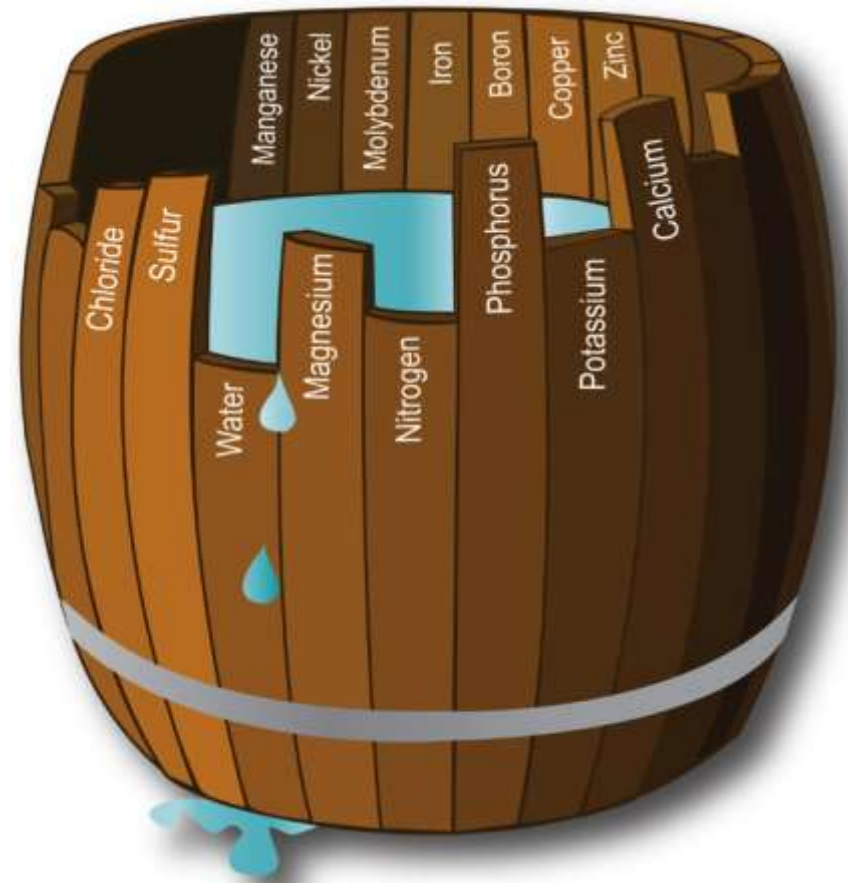
Importancia de la nutrición balanceada

Ley del mínimo de Leibig

- Los nutrientes esenciales se complementan para que las plantas cumplan sus funciones fisiológicas

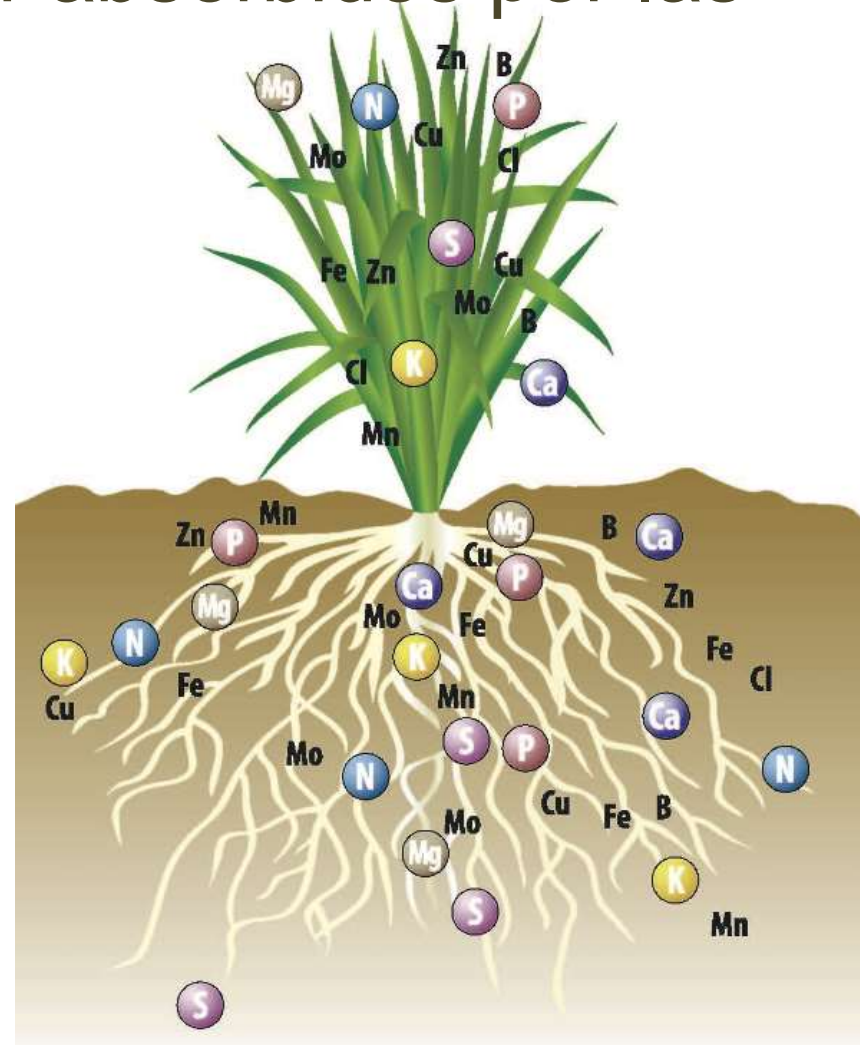
Sinergias y antagonismos

- N-S, N-P
- P-Zn, K-Mg



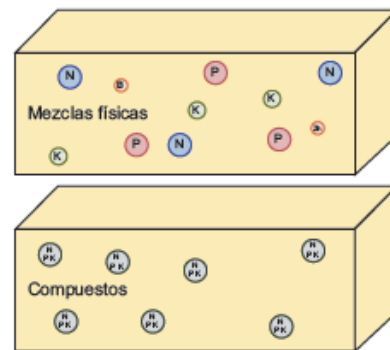
Los nutrientes deben estar en formas disponibles para ser absorbidos por las plantas

- Los nutrientes son absorbidos por las raíces cuando están disueltos en agua
- Los nutrientes insolubles no son inmediatamente útiles para la nutrición de las plantas

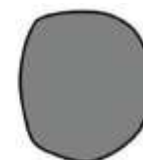


Existen numerosas fuentes y formas de fertilizantes y abonos orgánicos

- Fertilizantes simples
- Fertilizantes compuestos
- Mezclas físicas
- Fertilizantes fluidos: Soluciones, suspensiones
- Fertilizantes de eficiencia mejorada
- Estiércol
- Efluentes
- Composts
- Barros cloacales
- Residuos



Mezclas físicas y Fertilizantes compuestos



Tipos de Fertilizantes compuestos



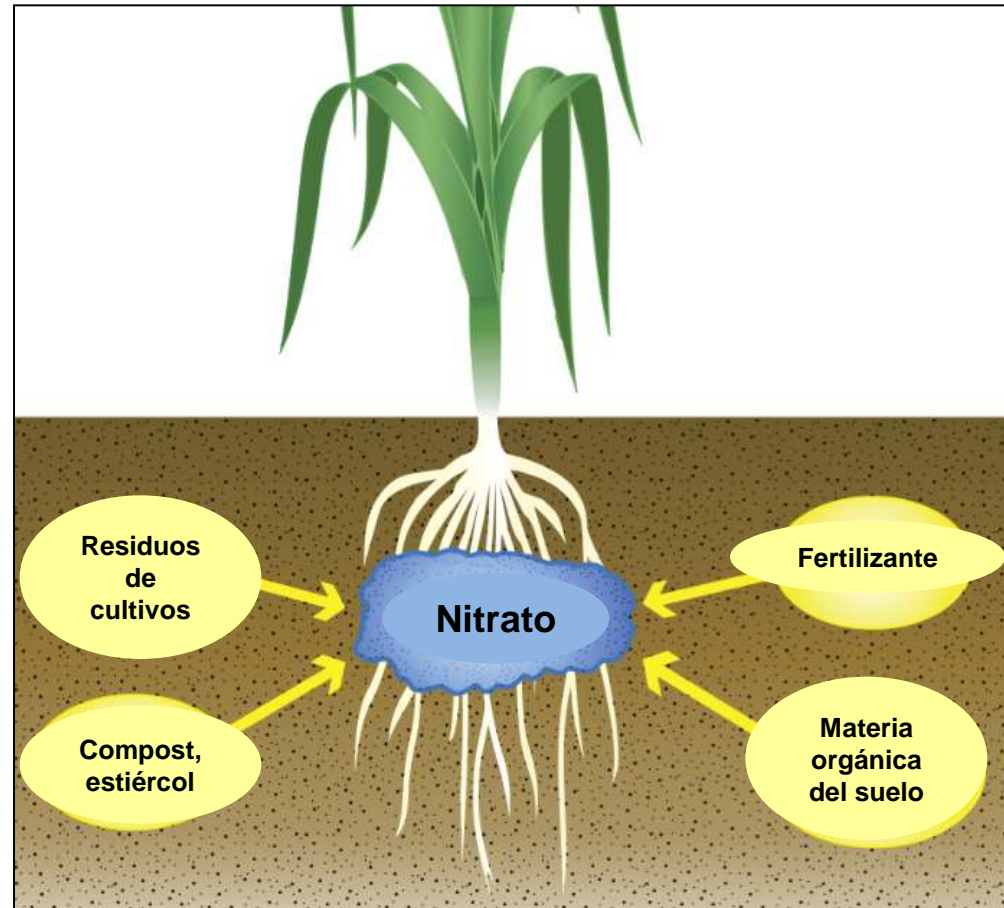
Cachaza de industria del azúcar



Fertilizantes fluidos

Una vez en la planta, la fuente del nutriente ya no es importante

- Las raíces absorben principalmente nutrientes inorgánicos
- La fuente del nutriente no es un factor de importancia para la nutrición de la planta
- Por ejemplo, el nitrato es igual provenga de un fertilizante, de estiércol o de la materia orgánica del suelo



No hay una única “fuente correcta” para cada condición de suelo y cultivo

- Cada cultivo, suelo y productor tiene diferentes necesidades y objetivos... por ejemplo:

Productor:

- ¿Disponibilidad de fertilizantes?
- ¿Precio de fertilizantes?
- ¿Equipo de aplicación?
- ¿Preocupación por el ambiente?

Suelos y cultivos:

- ¿Perdidas de amoníaco de urea aplicada superficialmente?
- ¿Perdidas gaseosas de nitratos en suelos húmedos?
- ¿Ecurrimiento de P con aplicaciones superficiales?

No todas las fuentes de fertilizantes pueden ser mezcladas

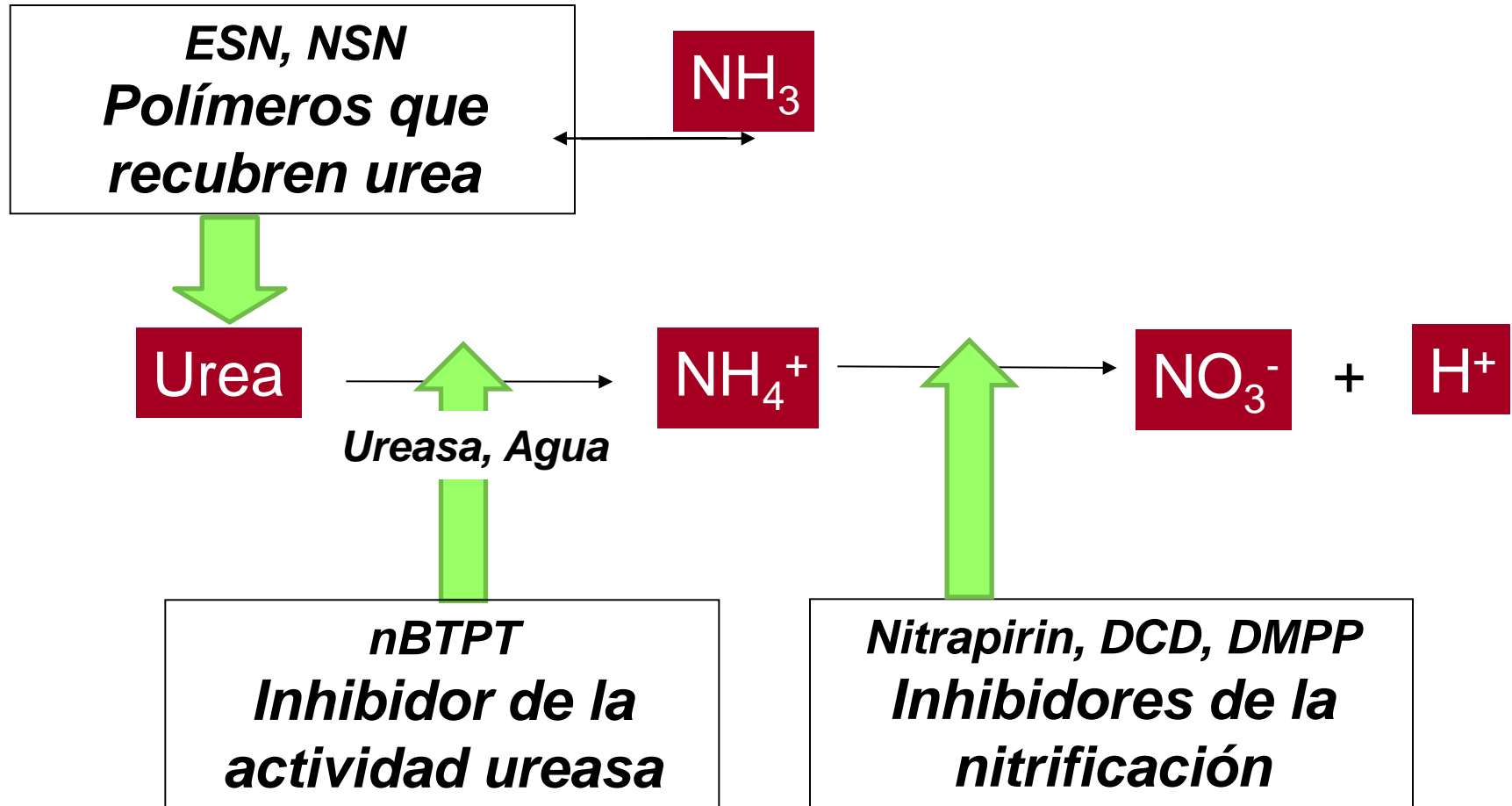
Precaución: esta tabla contiene información basada en las opiniones de la gente en la industria de fertilizantes líquidos. Esta información se ha elaborado solamente como una guía general. Fluid Fertilizer Foundation o sus colaboradores garantizan la exactitud de la información. Por favor refiérase al fabricante/distribuidor de los productos y también realice una prueba de compatibilidad en un frasco pequeño antes de la mezcla final.

- "Compatibles", generalmente resulta en una mezcla aceptable.
- "Limite de compatibilidad", generalmente son compatibles dentro de los límites de solubilidad.
- "Compatibilidad muy limitada", mezclas generalmente inadecuadas
- "Incompatible", inadecuada mezcla y/o combinación.
- Δ Significativo calor generado.

	Amoniaco anhidro	Agua de amoniaco	Solución de urea	Solución de nitrato de amonio	Solución de UAN	Solución de sulfato de amonio	Solución de polifosfato de amonio	Solución de cloruro de amonio	Tiosulfato de amonio	Tiosulfato de potasio	Tiosulfato de calcio	Sulfato de magnesio	Sulfato de nitrato de amonio-calcio	Nitrato de calcio	Carbono de potasio
Agua de amoniaco	Δ														
Solución de urea	Δ														
Solución de nitrato de amonio	Δ														
UAN, solución de urea y nitrato de amonio; 28/32-0-0	Δ														
Solución de sulfato de amonio; 8-0-09S	Δ	Δ													
Solución de polifosfato de amonio; 10-34-0	Δ	Δ													
Solución de cloruro de amonio; 6-0-0-16Cl	Δ														
Solución de tiosulfato de amonio; ATS, 12-0-0-26S	Δ														
Solución de tiosulfato de potasio; KTS, 0-0-25-17S	Δ														
Tiosulfato de calcio; CaTS, 6%Ca 10%S	Δ														
Tiosulfato de magnesio; MgTS, 10%S 4%Mg	Δ														
Solución de nitrato de amonio-calcio; 17-0-0-8.8Ca	Δ														
Solución de nitrato de calcio; 8-0-0-11Ca	Δ														
Solución de carbono de potasio; 0-0-32	Δ														
N-pHuric 28/27; 28-0-0-9S	Δ														
N-pHuric 15/49; 15-0-0-16S	Δ														
N-pHuric 10/55; 10-0-0-18S	Δ														
Agua	Δ														
Acido nítrico	Δ	Δ	Δ	Δ		Δ	Δ								
Acido fosfórico (blanco)	Δ	Δ	Δ			Δ	Δ								
Acido fosfórico (verde)	Δ	Δ	Δ			Δ	Δ								
Acido sulfúrico	Δ	Δ	Δ			Δ	Δ								
Urea; 46-0-0															
Nitrato de amonio; 34-0-0															
Nitrato de calcio; 15.5-0-0-19Ca															
Cloruro de potasio; 0-0-62															
Nitrato de potasio; 13-0-46															
Nitrato de magnesio; 10-0-0-9Mg															
Fosfato monoamónico (Técnico, 12-61-0)															
Fosfato monopotásico (0-52-34)															
PeKacid; (0-60-20)															

- Hay muchas fuentes de fertilizantes disponibles comercialmente
- Cada una tiene características únicas
- Es importante conocer sus propiedades para ser usadas correctamente

Efectos de inhibidores en fertilizantes nitrogenados modificados



Inhibidores de la ureasa

Maíz de primera en Rafaela (Santa Fe)

Fontanetto, Bianchini y col., 2007/08

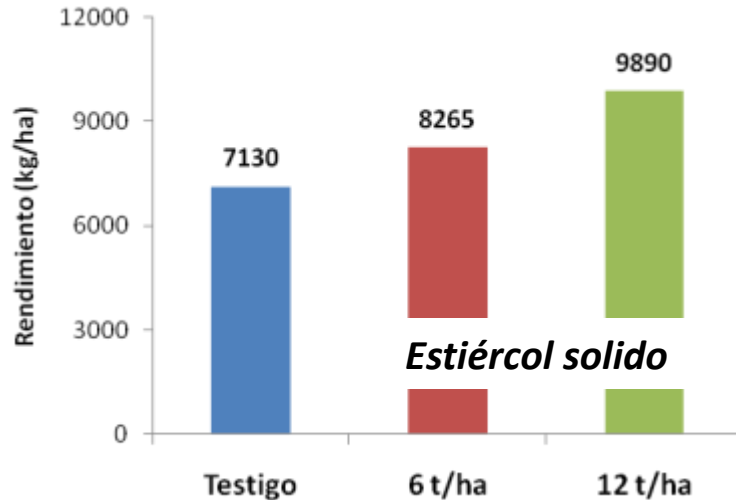
Tratamiento	Perdidas N-NH ₃	Rendimiento	Eficiencia agronómica
	%	kg/ha	kg maíz/kg N
Testigo	-	7334	-
Urea 70N	10	8381	15
Urea 140N	25	9623	16
Urea 70N + NBTPT	4	9166	26
Urea 140N + NBTPT	6	10368	22

Los inhibidores de ureasa como el NBTPT demoran la transformación de urea en amonio y, por ende, la volatilización de amoniaco

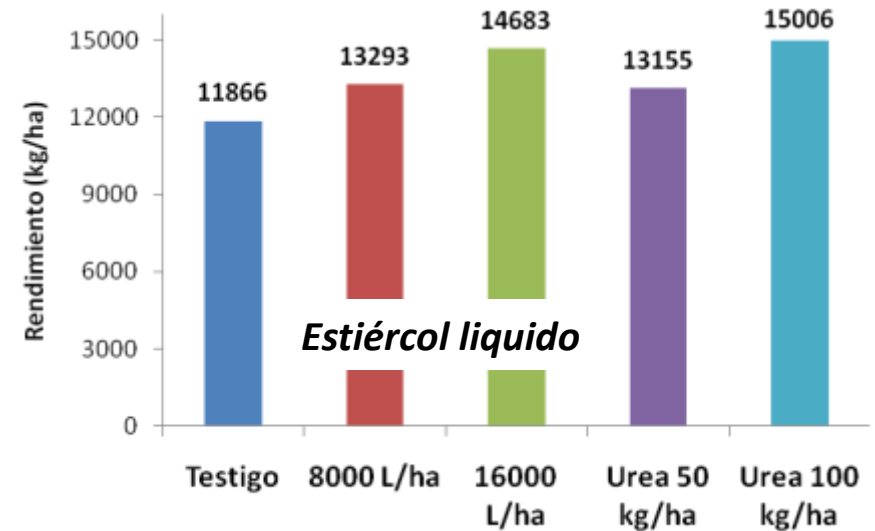
Experiencias con el uso de efluentes de tambo en la región central de Santa Fe

Fontanetto y col. (2010)- EEA INTA Rafaela (Santa Fe)

Maíz de segunda 2007/08



Maíz de primera 2008/09



Efecto en propiedades del suelo – Tambo en Humboldt (2009), aplicación de 72000 L/ha de efluentes

Tratamiento	MO	N total	P Bray
	%	%	ppm
Sin efluentes	2.27	0.11	11
Con efluentes	2.94	0.15	34

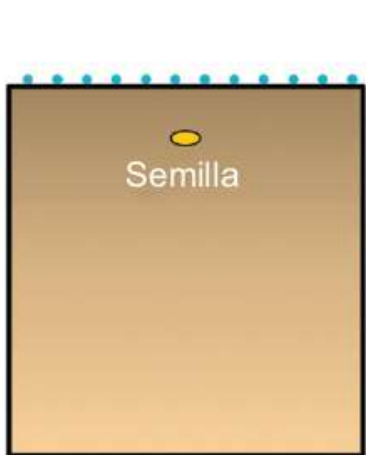
Composición de efluente de sala de ordeño 10.4% MS, 0.14 g/L N y 0.01 g/L P

Principios Científicos para el Lugar Correcto

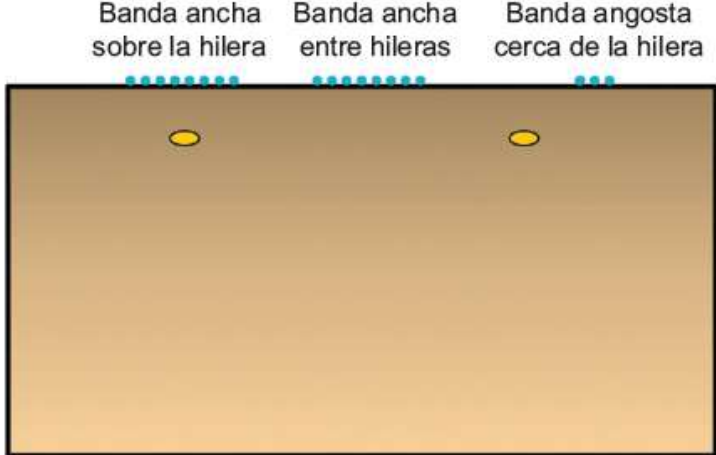
- Considerar la fuente, la dosis, y el momento de aplicación
- Considerar dónde están creciendo las raíces de las plantas.
- Considerar las reacciones químicas del suelo.
- Ajustarse a los objetivos del sistema de labranza.
- Manejar la variabilidad espacial.



Opciones de colocación de nutrientes



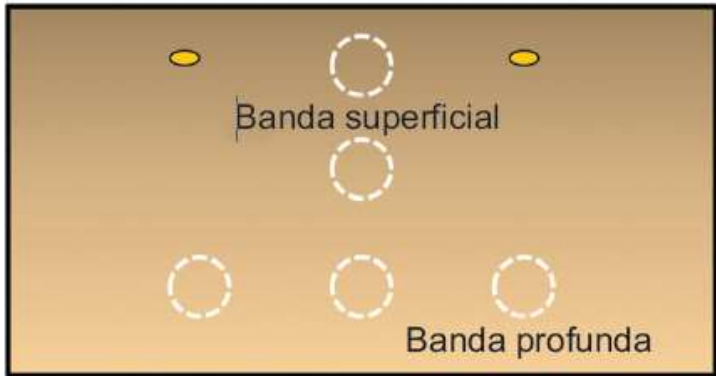
Aplicación al voleo uniforme



Bandas superficiales de ancho y distancia de la semilla variables



Posiciones de bandas junto o próximas a la semilla



Posiciones de bandas a distancias variadas entre o debajo de las hileras del cultivo

La aplicación localizada

- Reduce las posibilidades de retención/fijación del nutriente
- Acelera la tasa de difusión
- Contribuye al crecimiento temprano del cultivo
- Puede generar efectos fitotóxicos en semillas o plántulas

La aplicación al voleo

- Maximiza las posibilidades de retención/fijación del nutriente
- Contribuye a mejora la fertilidad de todo el volumen de suelo
- Reduce efectos fitotóxicos en semillas o plántulas



La aplicación incorporada

- Reduce pérdidas por escurrimiento
- Reduce pérdidas por erosión
- Reduce pérdidas gaseosas
- En general, consume mas energía y mas tiempo

La aplicación superficial

- Puede resultar en pérdidas por escurrimiento, erosión o gaseosas
- En general, consume menos energía y menos tiempo



EFFECTOS DE DISTINTOS FERTILIZANTES JUNTO A LA SEMILLA

- No deberíamos aplicar fertilizantes con la semilla para no afectar al inoculante
- Para la semilla, los efectos fitotóxicos dependen de:
 - ❖ Fertilizante
 - ❖ Dosis
 - ❖ Distancia entre hileras
 - ❖ Tipo de suelo
 - ❖ Contenido de humedad del suelo

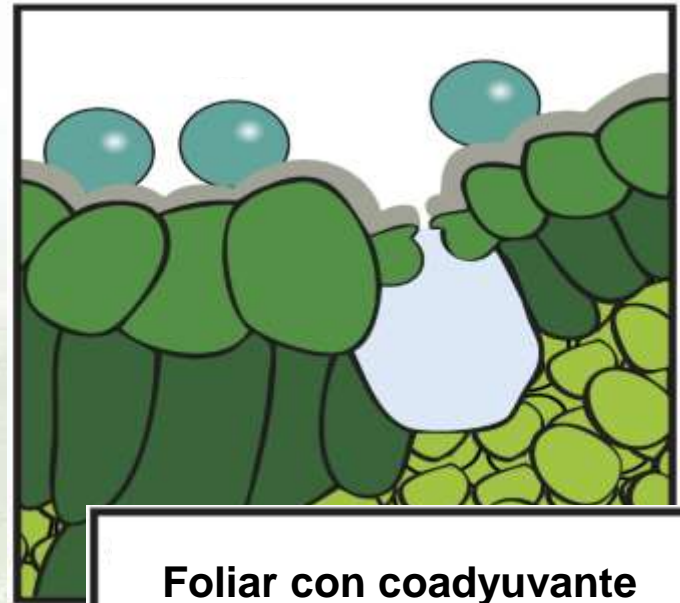
Dosis críticas estimadas, de manera preliminar, para pérdidas del 20% y 50% de plantas para diversos cultivos y fuentes de fertilizantes. Los rangos indicados responden a condiciones de tipo y humedad de suelo

Cultivo	Tipo de Fertilizante	Dosis Crítica (kg ha ⁻¹)	
		20% #	50% #
Trigo	Urea	30 - 50	75 - 120
Soja	FDA-FMA-SFT ##	20 - 40	55 - 75
Maíz	SFS	20 - 80	60 - 120
	SA	20 - 30	60 - 80
	Urea	15 - 30	60 - 80
Girasol	NA-CAN-SA	60 - 80	100 - 130
	FDA	60 - 80	130 - 170
	Urea-NA-CAN-SA	20 - 40	60 - 90
Cebada	FDA	40 - 50	80 - 120
	Urea	30 - 50	80 - 100
Alfalfa	Urea-SA	20 - 30	50 - 70
	FDA-SFT	90 - 110	160 - 200

Adaptado de Ciampitti et al., 2006

Fertilización foliar

- Los nutrientes en el estado gaseoso entran en las hojas a través de los estomas
- Los nutrientes en solución entran en las hojas a través de pequeños poros en la epidermis de la hoja de la planta
- La fertilización foliar crea pequeños suministros localizados de nutrientes que tienen una corta duración
- Eficaz cuando los suministros del suelo son limitados



Limitaciones de la fertilización foliar

Factores que limitan la efectividad:

- Daño por fitotoxicidad
- Dosis de nutrientes limitadas
- Plantas con capas cuticulares gruesas
- Escurrimiento del fertilizantes de las hojas
- Lavado del fertilizante por la lluvia
- Secado del fertilizante liquido sobre las hojas
- Translocación limitada de algunos nutrientes en la planta

