



Nutrición Vegetal

Rolando Demanet Filippi
Dr. Ingeniero Agrónomo
Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente
Universidad de La Frontera

Cátedra de Praderas y Pasturas
2025



Para lograr un adecuado establecimiento es necesario evaluar las características del suelo en términos de:

- ✓ Temperatura
- ✓ Humedad
- ✓ Profundidad
- ✓ Textura
- ✓ Estructura
- ✓ Fertilidad
- ✓ Actividad biológica



Suelos de Origen Volcánico



✓ Contenido de nutrientes en el suelo

Nutriente	Unidad	Valor
Fósforo	mg/kg	> 20
Potasio	mg/kg	200
Calcio	cmol+/kg	> 8
Magnesio	cmol+/kg	> 2
Sodio	cmol+/kg	> 1
Suma de Bases	cmol+/kg	> 12
CICE	cmol+/kg	> 12
Azufre	mg/kg	> 20
Boro	mg/kg	1
Zinc	mg/kg	1
% Saturación de Aluminio	%	< 1
pH		> 6





Composición química de un suelo bajo dos profundidades de muestreo

Mes	Julio		Noviembre	
Profundidad	0-10	0-20	0-10	0-20
P	26	20	21	15
K	171	132	171	121
pH	5,72	5,72	5,52	5,54
MO	12,50	11,50	15,50	15,60
K	0,44	0,34	0,44	0,31
Na	0,12	0,17	0,10	0,12
Ca	5,43	5,05	5,44	5,13
Mg	1,12	1,02	1,09	1,01
Al	0,11	0,10	0,10	0,11
S. Bases	7,10	6,58	7,07	6,54
CICE	7,21	6,68	7,16	6,68
Sat. Al	1,46	1,57	1,37	1,72
B	0,63	0,61	0,60	0,59
Cu	1,90	1,73	2,38	2,13
Fe	42,53	39,91	49,39	48,28
Mn	5,86	4,43	5,45	3,99
S	14,75	16,50	7,25	11,29

✓ ¿Porqué las praderas que se ven muy estables reducen su cobertura y terminan siendo pastizales de baja condición?

✓ ¿Qué sucedió que se perdió la cobertura?



✓ Y terminó invadida por otras especies



- ✓ La corrección de los parámetros químicos del suelo previo al establecimiento siempre va a conducir a la generación de pasturas productivas y estables
-

Enmiendas calcáreas

- ✓ Las enmiendas se pueden realizar previo al inicio de la preparación de suelos
-







- ✓ También pueden ser aplicadas con suelo ya mullido y en pleno proceso de preparación para la siembra
-







- ✓ Parte importante de los suelos donde se establece pasturas son ácidos o tienen riesgo de acidificación
-

- ✓ La acidez esta relacionada con la presencia de aluminio en el suelo que genera efectos negativos en el crecimiento y desarrollo del cultivo de las pasturas
-

- ✓ El efecto mas reconocido de la toxicidad por aluminio se observa en las raíces de las plantas, que aparecen mas gruesas y carentes de pelos radicales
-

✓ En la parte superior de la planta el efecto de la toxicidad por aluminio se puede confundir con diversa deficiencias difícil de determinar en el campo

- ✓ La toxicidad por aluminio genera un aumento en las especies reactivas de oxígeno (ROS), que causan el estrés oxidativo que se traduce en el daño evidente de raíces, cloroplastos y estructuras celulares
-

- ✓ En definitiva la toxicidad por aluminio genera una disminución del funcionamiento normal de los parámetros fotosintéticos
-

- ✓ Como consecuencia de la presencia de aluminio los procesos metabólicos en la raíz se alteran disminuyendo la absorción de agua y nutrientes
-

- ✓ La reducción de la acidez del suelo se logra con la aplicación de enmiendas calcáreas
-

- ✓ Con ello se incrementa el pH y reduce el porcentaje de saturación de aluminio
-

- ✓ La aplicación de enmienda, mejora la disponibilidad de fósforo
-

- ✓ Menor fijación en los coloides del suelo
 - ✓ Mayor actividad microbiana capaz de mineralizar fósforo
 - ✓ Mayor desarrollo radical y mejor exploración en el suelo
-

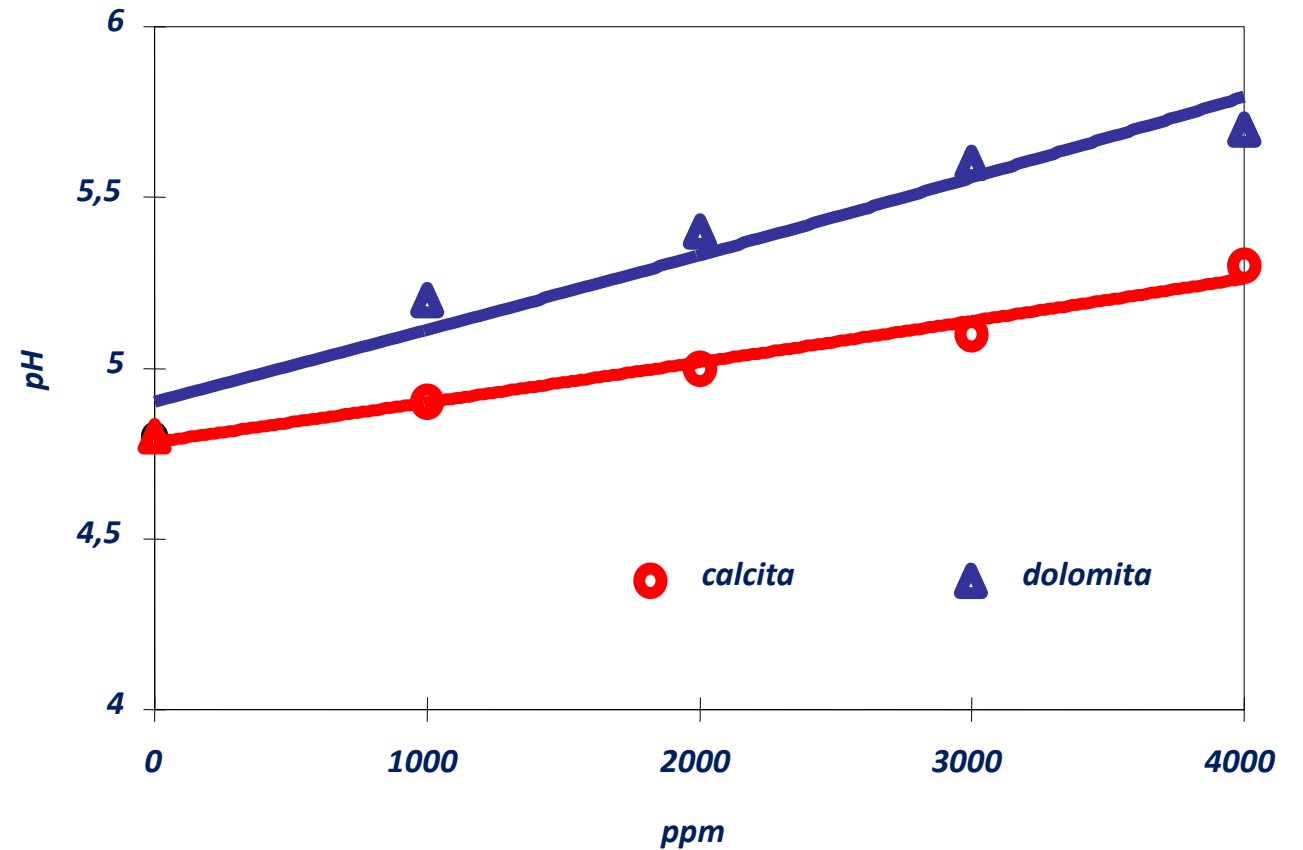
✓ No todas las enmiendas son iguales

✓ ¿Qué enmienda es mas efectiva en pasturas?





Relación entre el pH y la enmienda calcárea en suelos volcánicos del sur de Chile





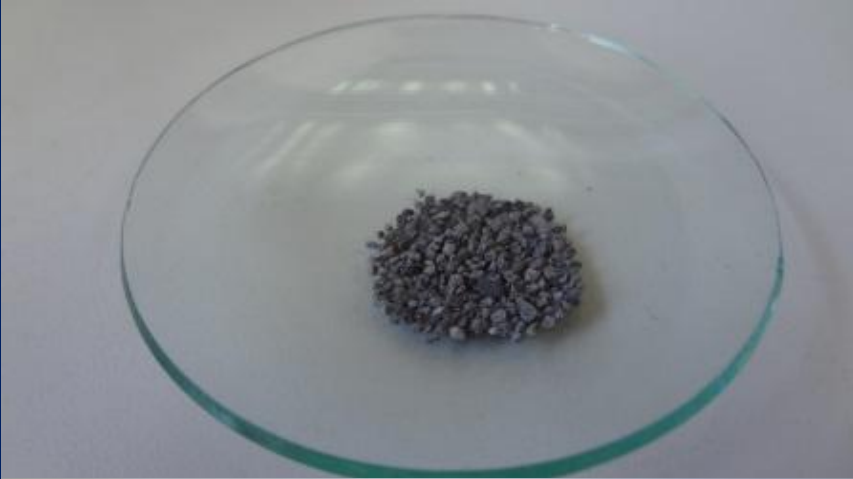
Pero cuidado, las
enmiendas que se
comercializan deben
tener los estándares
mínimos de calidad



A

B

Análisis	Expresión	Unidad	Cal A	Cal B
20	mesh	%	9	0
50	mesh	%	5	0
80	mesh	%	17	21
140	mesh	%	13	25
270	mesh	%	9	15
< 270	mesh	%	47	39
Eficiencia relativa	ER	%	92	100
Humedad		%	3,2	2,5
Fósforo total	P ₂ O ₅	%	0,02	0
Oxido de Ca	CaO	%	35,2	37,2
Oxido de Mg	MgO	%	5,6	14,5
Poder neutralizante (PN)	CaCO ₃	%	76,9	102,6
Poder relativo de Neutralización total	PRNT	%	70,7	102,6



20 mesh



60 mesh



140 mesh



> 270 mesh

✓ ¿Cuánta enmienda debo aplicar para elevar el pH del suelo de 5,6 a 6,2?

Aplicación de Calcita

pH inicial	5,60
------------	------

pH final	6,20
----------	------

Nivel de cambio	6,2 - 5,6	0,60
-----------------	-----------	------

Unidades de pH/Ton enmienda	0,15
-----------------------------	------

Total de enmienda/ha	0,6/0,15	4,00
-----------------------------	-----------------	-------------

Aplicación de Dolomita

pH inicial	5,60
------------	------

pH final	6,20
----------	------

Nivel de cambio	6,2 - 5,6	0,60
-----------------	-----------	------

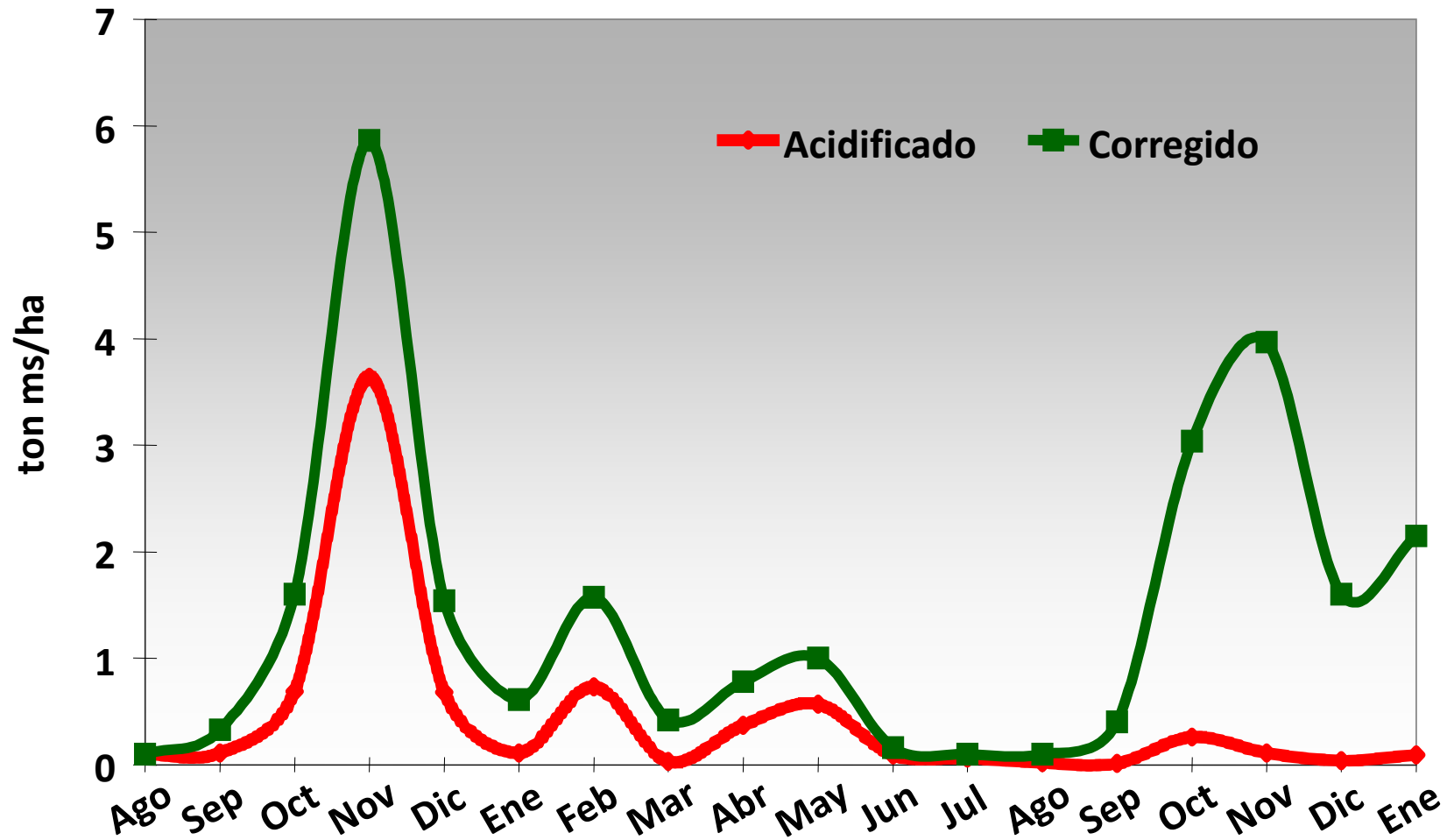
Unidades de pH/Ton enmienda	0,20
-----------------------------	------

Total de enmienda/ha	0,6/0,20	3,00
-----------------------------	-----------------	-------------



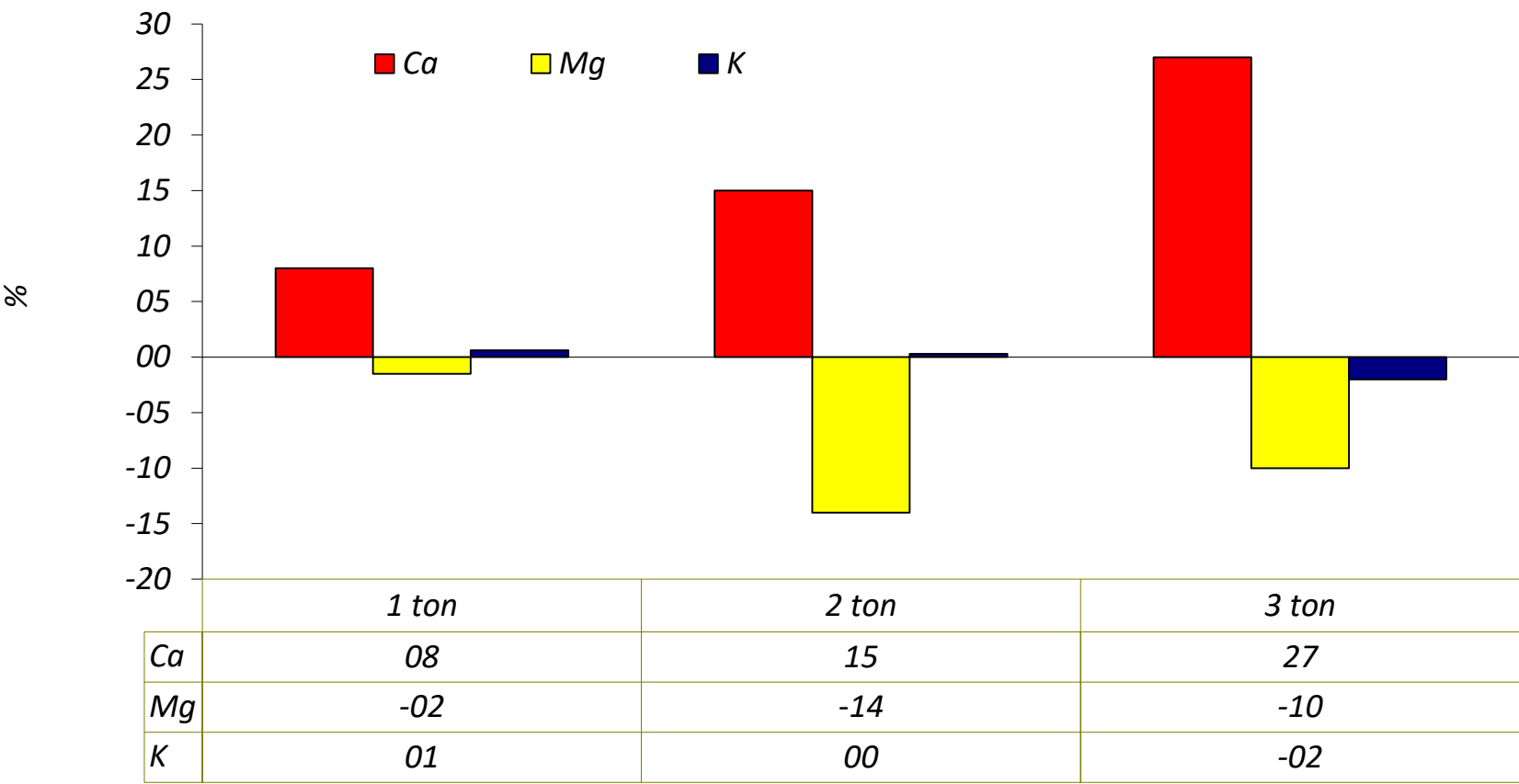
- ✓ ¿Que efecto tiene la enmienda en el rendimiento y calidad del forraje generado en estos suelos?
-

Distribución mensual de la producción de *Lolium perenne* L. + *Trifolium repens* L.

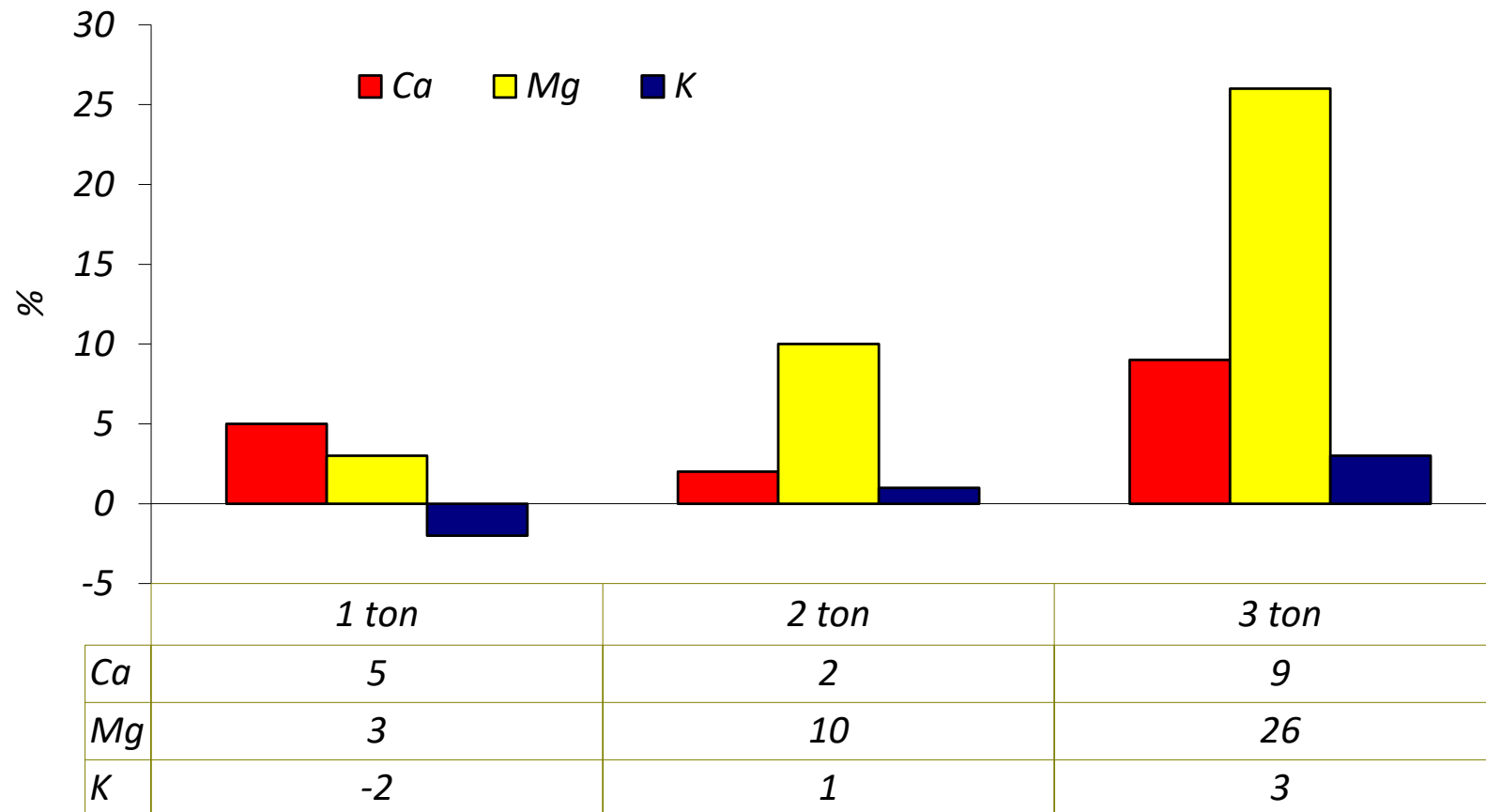


- ✓ No solo hay incremento del rendimiento sino también de la calidad del forraje
-

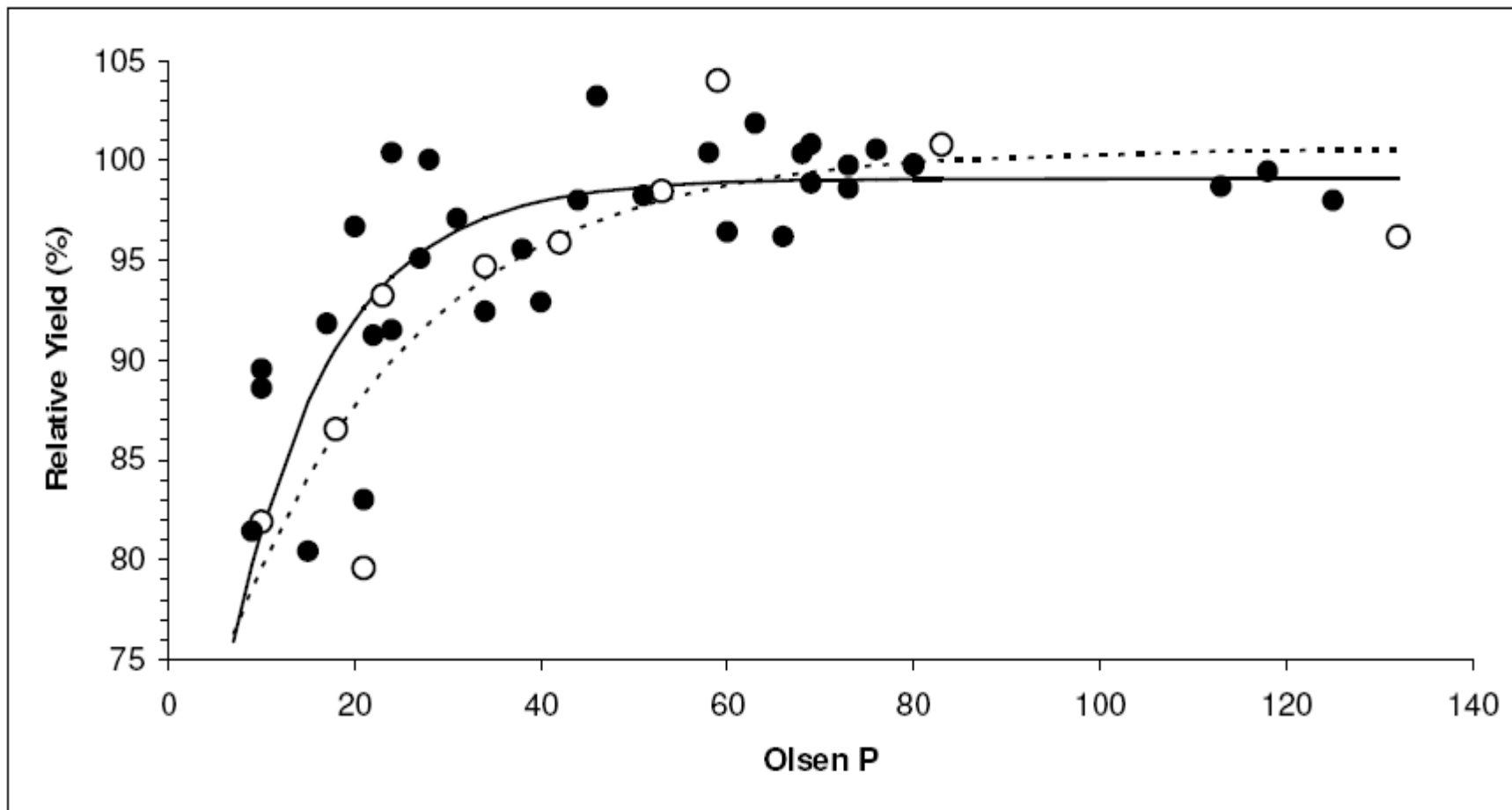
Efecto de la Aplicación de Cal en la absorción de Nutrientes en Ballica



Efecto de la Aplicación de Dolomita en la absorción de Nutrientes en Ballica



Requerimientos de fósforo



**Relación entre el P Olsen y la producción relativa de una pastura
en Nueva Zelanda con 0 kg N/ha y 400 kg N/ha**

Composición Química de Fuentes de Fósforo

Fertilizantes	N	P	S	Mg	Ca
Superfosfato Triple		46	1		20
Fosfato Monoamónico	10	50	2	0,1	2,4
Fosfato Diamónico	18	46			
Superfosfato Normal		22	12		28
Superfos RPA		40	2	0,3	35
Roca Fosfórica Carolina del Norte		30	1,2	0,6	40
Roca Fosfórica Bayovar		30,5	1	0,3	53
CerriFos		30,5	0,07	3,6	44
Roca Fosfórica Bahía Inglesa (Bifox)		18,5	1	1,2	30

Requerimientos de Fósforo para Corrección y Producción de forraje

P mg/kg Inicial	10	15	20	25	30
P mg/kg Final	30	30	30	30	30
Final - Inicial	20	15	10	5	0
CP	16	16	16	16	16
P requerido	320	240	160	80	0
P ₂ O ₅ Corrección	641	481	321	160	0
kg P ₂ O ₅ Requerido/Ton ms	7	7	7	7	7
Rendimiento Anual (Ton ms/ha)	18	18	18	18	18
kg P ₂ O ₅ Requerido/ha	126	126	126	126	126
kg P ₂ O ₅ Requerido Total/ha	767	607	447	286	126
kg P ₂ O ₅ /100 kg SFT	46	46	46	46	46
kg SFT Requerido	1.667	1.320	972	622	274
\$/kg SFT	320	320	320	320	320
\$ de Corrección/ha	445.913	334.609	223.304	111.304	0
\$ de Producción/ha	87.652	87.652	87.652	87.652	87.652
\$ Total/ha	533.565	422.261	310.957	198.957	87.652
% Corrección	84	79	72	56	0

- ✓ Si se toma la decisión de aplicar anualmente 184 kg P_2O_5 /ha
equivalente a 400 kg SFT/ha
-

✓ ¿Cuánto tiempo se demorará en llegar a la meta de
30 mg/kg en el suelo?

*Años necesarios
para provocar
el cambio*

P mg/kg Inicial	10	15	20	25	30
P mg/kg Final	30	30	30	30	30
Final - Inicial	20	15	10	5	0
Años	11	8	6	3	0

- ✓ La nutrición de las plantas forrajeras debe estar acorde con los requerimiento de nutrientes de los animales que utilizaran este recurso alimenticio
-

- ✓ Cuando se fertiliza una pastura lo primero que debemos pensar es en el animal
-

✓ Superada la etapa de la corrección del suelo (pH y fósforo), el elemento de mayor importancia para el crecimiento y desarrollo de praderas es el nitrógeno

Balance de Nutrientes

Parámetro	Cantidad	Kg de Nitrógeno/ha
Litros Leche	10.000	
Rendimiento	10.000	
Eficiencia de utilización	80	
Requerimientos	12.500	
% Nutriente Planta	2	
kg Nutriente requerido		250
Pérdida de forraje	2.500	
Reciclaje por Forraje		50
% Reciclaje	80	
Reciclaje al suelo	8.000	
Reciclaje por Bosteo		160
% Reciclaje material en el suelo	50	
Reciclaje Total	210	
Reciclaje real		105
Aporte FBN		20
Requerimiento Fertilización		125
% Nutriente Fertilizante	46	
Requerimiento de Fertilizante		272

- ✓ ¿Que sucede cuando las plantas poseen un exceso de nitrógeno que no puede transformar el animal en proteína microbiana por falta de energía?
-

- ✓ El amoníaco presente en el rumen a traviesa la pared y es transportado al hígado que lo trasforma en urea
-

- ✓ Una parte del nitrógeno vuelve al rumen a través de la saliva y otra es excretada a través del riñón en la orina
-

- ✓ Los excesos de nitrógeno en las plantas generan en los animales problemas reproductivos, podales, en el hígado y riñón
-

- ✓ Además aumenta el nivel de urea en la leche e incrementa las pérdidas de este elemento a través de las fecas y orina
-

- ✓ Es por ello que la aplicación de nitrógeno debe ser parcializada y combinada con sulfato de magnesio y potasio
-

- ✓ Mejora la eficiencia de uso
 - ✓ Reduce el consumo de lujo
 - ✓ Incrementa los niveles de proteína verdadera en la planta
 - ✓ Aumenta la persistencia y productividad de las pasturas
 - ✓ Mejora relación de especies
-

- ✓ Incrementa la longevidad del rebaño
 - ✓ Disminuye los problemas reproductivos
 - ✓ Disminuye las pérdidas a través de orina y fecas
 - ✓ Reduce el nivel de urea en la leche
 - ✓ Aumenta el nivel de proteína en leche
-

- Kilos de materia seca producidos en forma adicional por cada kilo de Nitrógeno aplicado a través del uso de Urea*

kg N/ha	kg Urea/ha	kg MS/kg N/ha
23	50	35
35	75	24
46	100	21
69	150	16
92	200	17

*Kilos de materia seca
producidos en forma
adicional por cada
kilo de Nitrógeno
aplicado a través del
uso de Urea*

kg N/ha	Kg Urea/ha	kg MS/kg N/ha	kg MS/ha
23	50	35	802
35	75	24	831
46	100	21	976
69	150	16	1.127
92	200	17	1.595

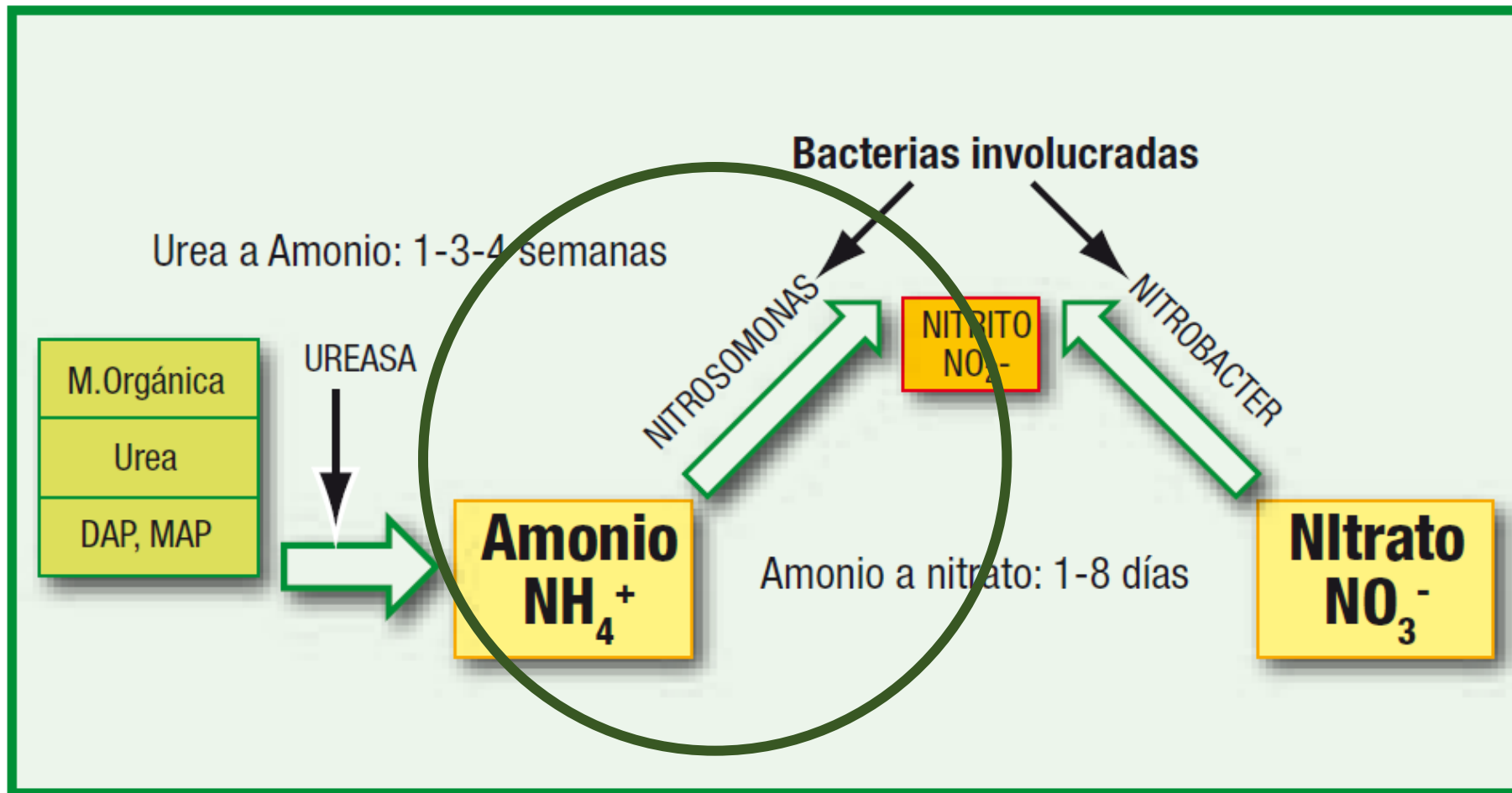
Fuente: Demanet y Mora, 2015

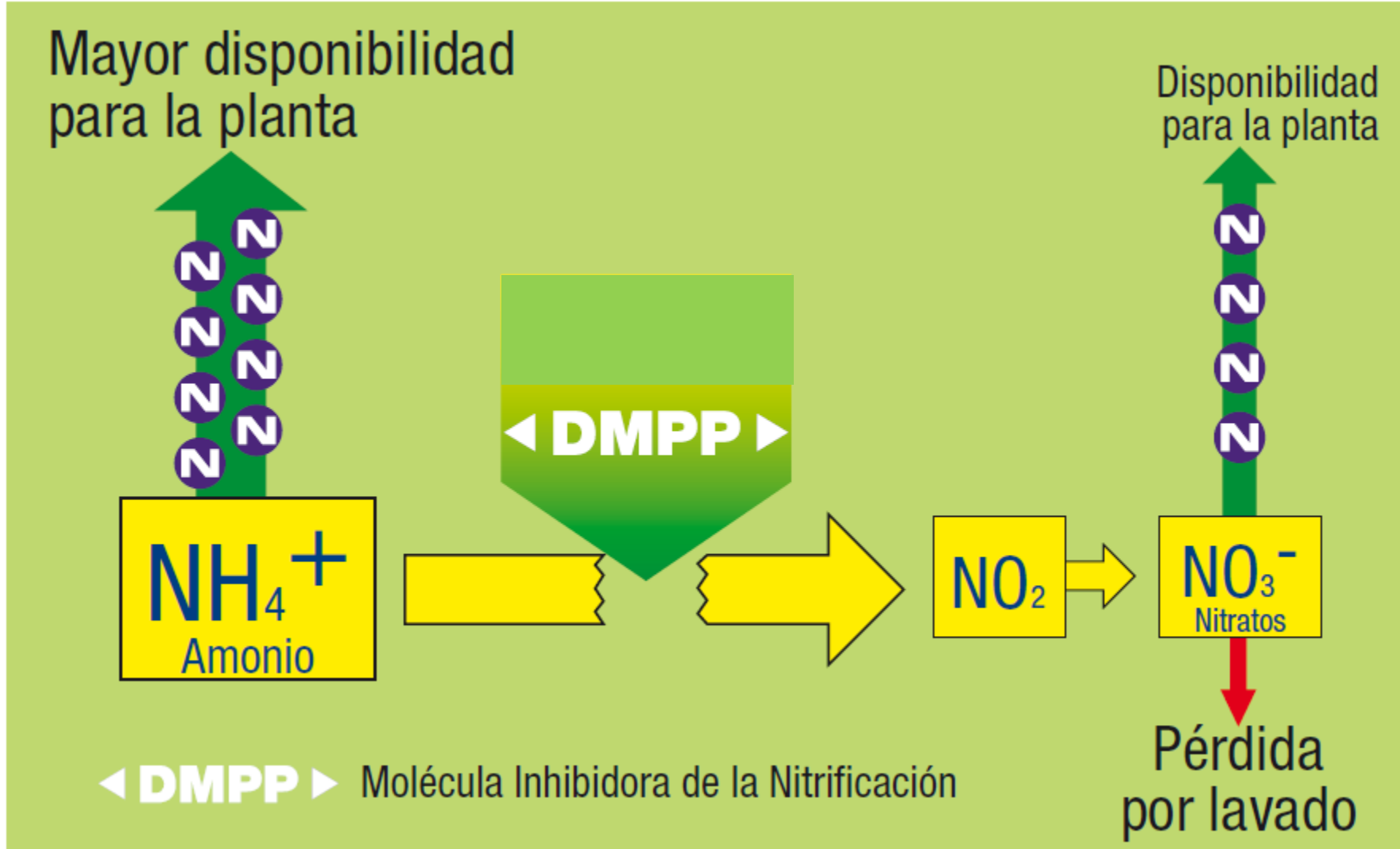
- ✓ Siendo la Urea la principal fuente nitrogenada, es necesario conocer como ha evolucionado la oferta de nitrógeno en el mercado mundial y nacional
-

Inhibidores de la Nitrificación



- ✓ Estos compuestos químicos inhabilitan temporalmente la acción de las bacterias *Nitrosomonas* spp., evitando que el amonio NH_4^+ se transforme en nitrito NO_2^- y finalmente a nitrato NO_3^-
-

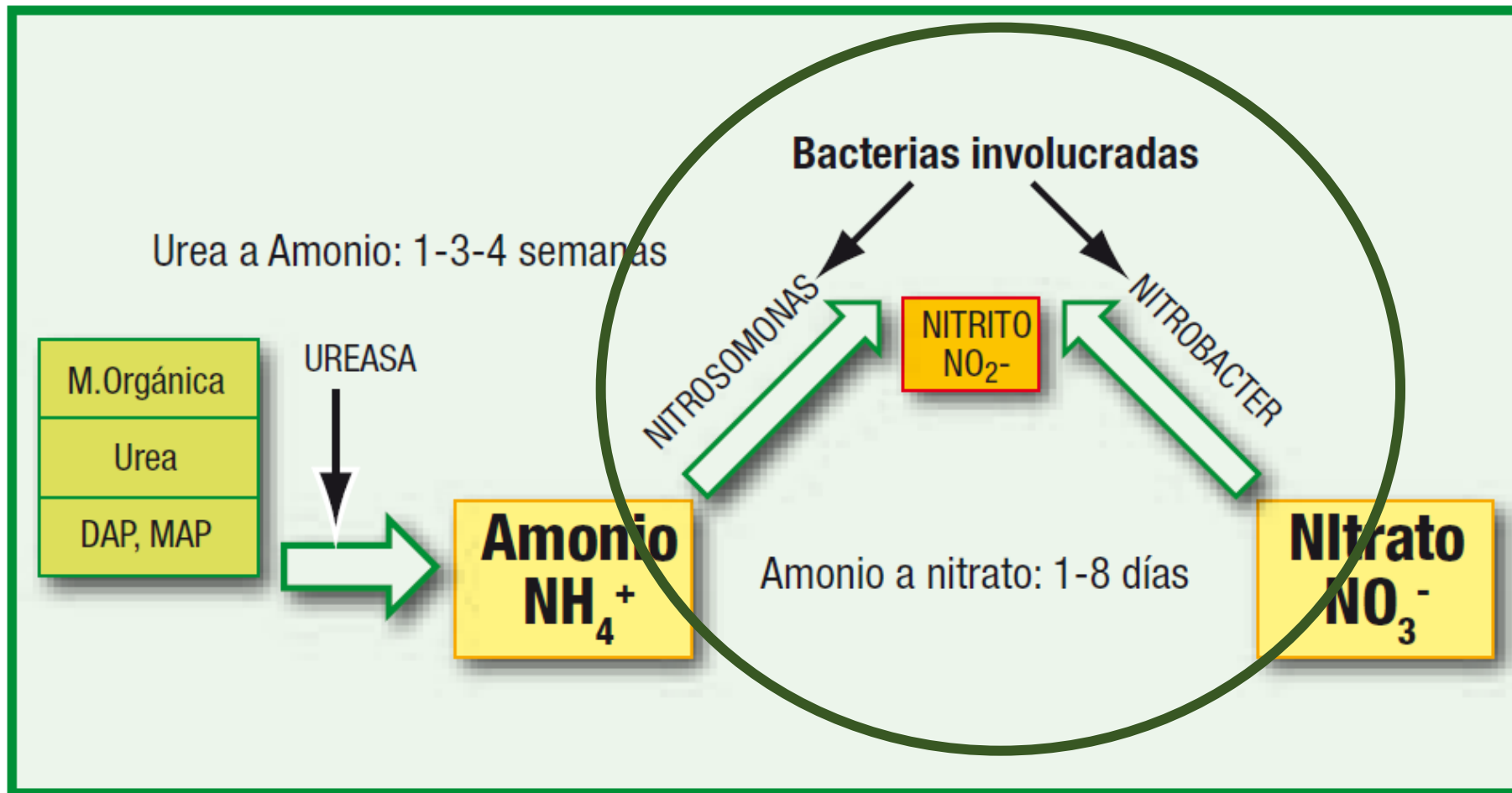




- ✓ Esta acción inhibitoria, genera una mayor proporción de NH_4^+ el cual queda adsorbido en los coloides del suelo
-

- ✓ Con la inhibición del proceso la proporción de N-NH_4^+ aumenta en el suelo, con la ventaja de generar bajas tasas de pérdidas de NO_3^- por lixiviación
-

✓ Las bacterias *Nitrosomonas* en el suelo son las responsables de la transformación de amonio en Nitrito (NO_2) que es oxidado y transformado en Nitrato (NO_3) por las bacterias *Nitrobacter* y *Nitrosolobus*



- ✓ Los inhibidores de nitrificación se degradan con el tiempo después de ser aplicados en el suelo
-

✓ DMPP (3-4 Dimetilpirazol fosfato)

Características de la molécula DMPP

- ✓ Efecto bacteriostático, no bactericida
 - ✓ Selectividad: inhibe eficazmente sólo la acción de las bacterias *Nitrosomonas*
 - ✓ Se degrada totalmente en el suelo sin dejar residuos
-

Características de la molécula DMPP

- ✓ Aumenta la eficiencia del Nitrógeno aplicado
 - ✓ Mejora balance Nitrógeno nítrico y amoniacal
 - ✓ Disminuye la tasa de acidificación del suelo por efecto de la nitrificación
 - ✓ Reduce el impacto ambiental por lavado de nitratos
-

Productos comerciales con DMPP

Producto	% N	% N Nítrico (NO ₃)	% N Amoniacal (NH ₄)	observación
GURretain	46		46	
Entec 26	26	7,5	18,5	Incluye 13% S
Entec 25	25	11	14	Incluye 15% P2O5
NovaTec N-Max	24	11	13	Incluye P,K,Mg,B,Zn,Fe,S
NovaTec Suprem	21	10	11	Incluye P,K,Mg,B,Zn,Fe,S
NovaTec Premium	15	7	8	Incluye P,K,Mg,B,Zn,Fe,S
Entec perfect	14			Incluye P,K,Mg,B,Zn,S
NovaTec Classic	12	5	7	Incluye P,K,Mg,B,Zn,Fe,S

✓ 1h 1,2,4 Triazoles + 3 Methylpyrazoles (2:1)

Producto comercial

Producto	% N	% N Nítrico (NO ₃)	% N Amoniacal (NH ₄)	observación
Vitratec	46		100	
Vitratec 21	21		100	Incluye 24% S

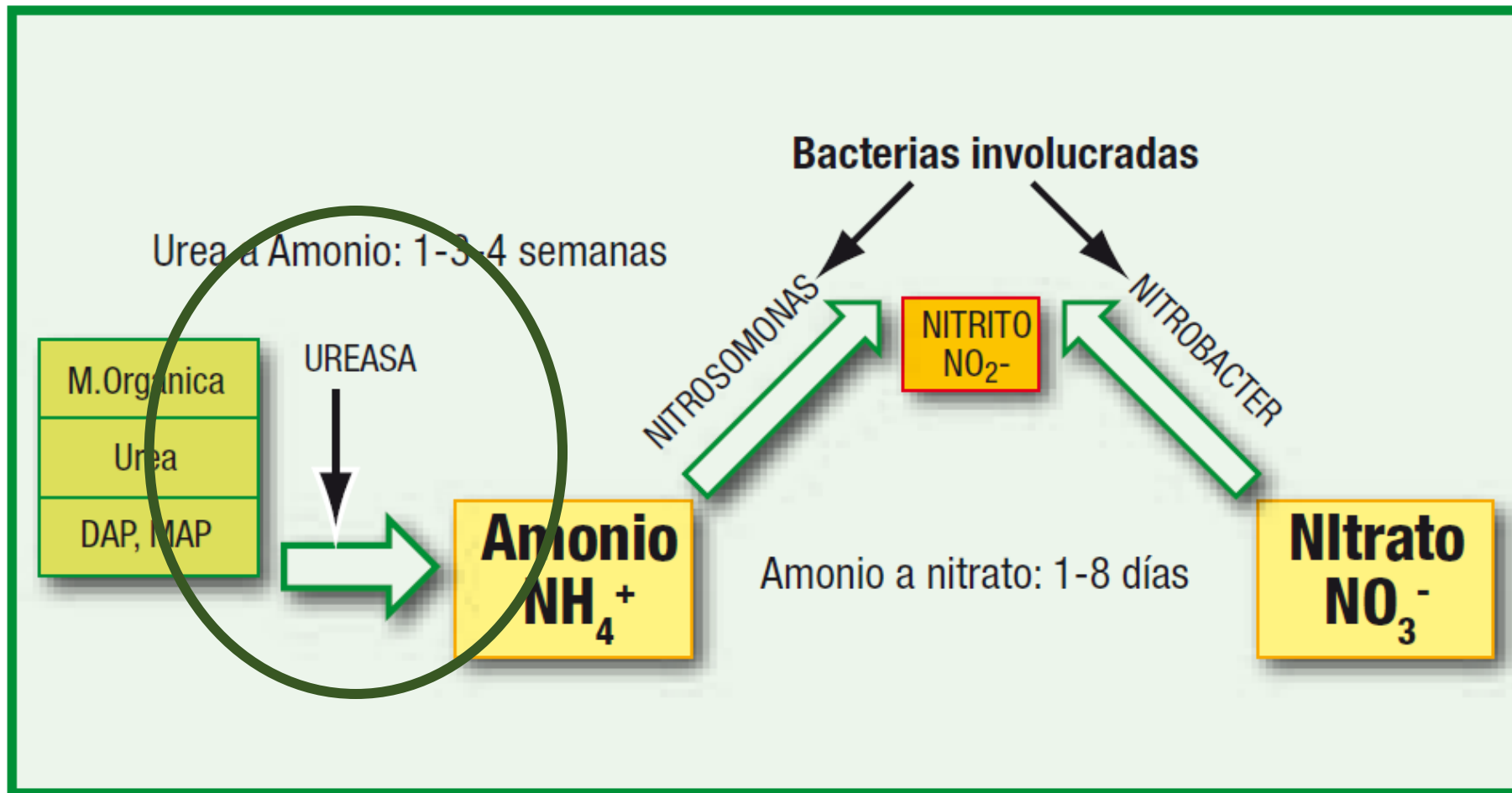
✓ Dicyandiamide + 1h 1,2,4 Triazoles (10:1)

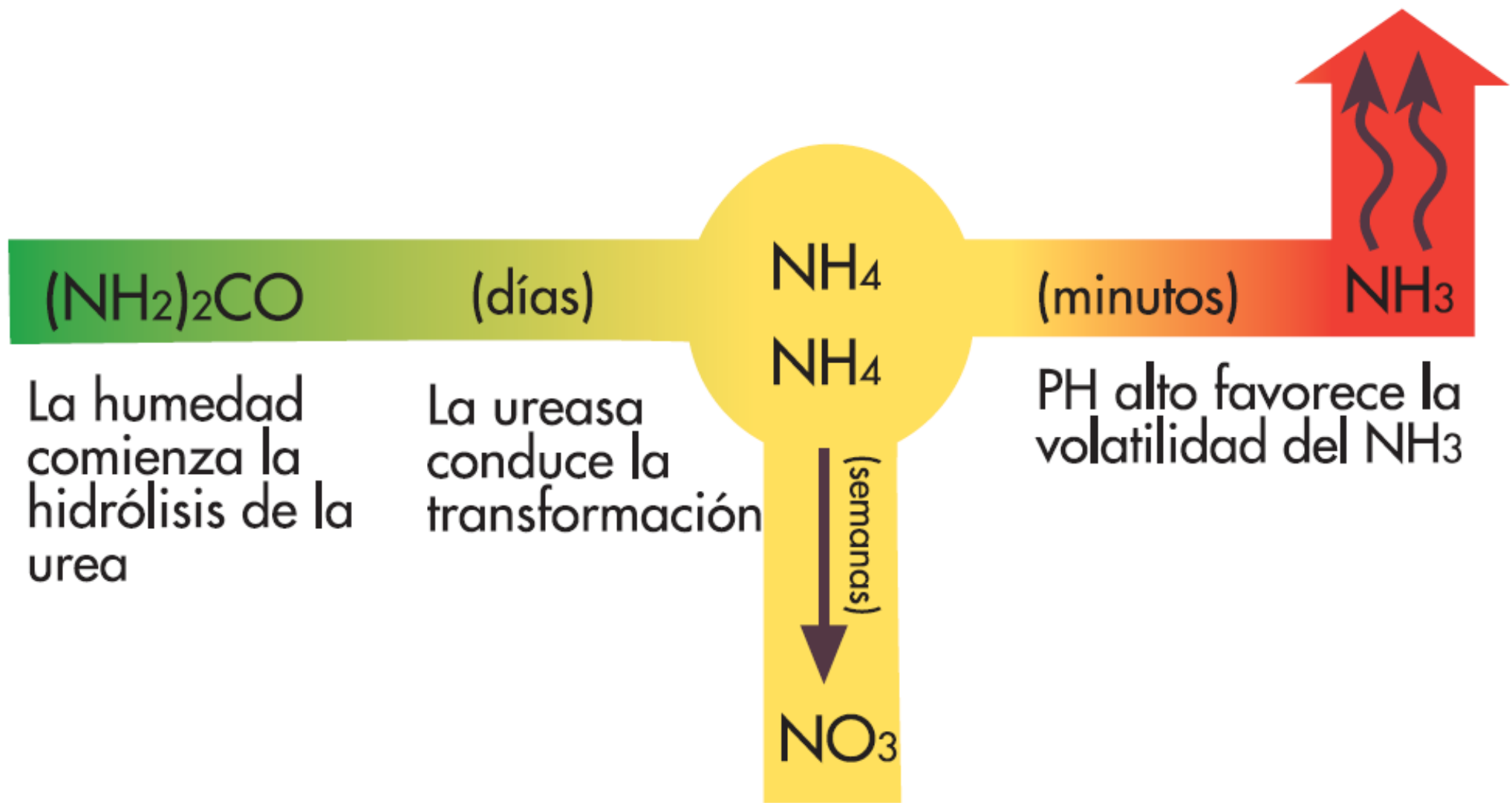
Producto comercial

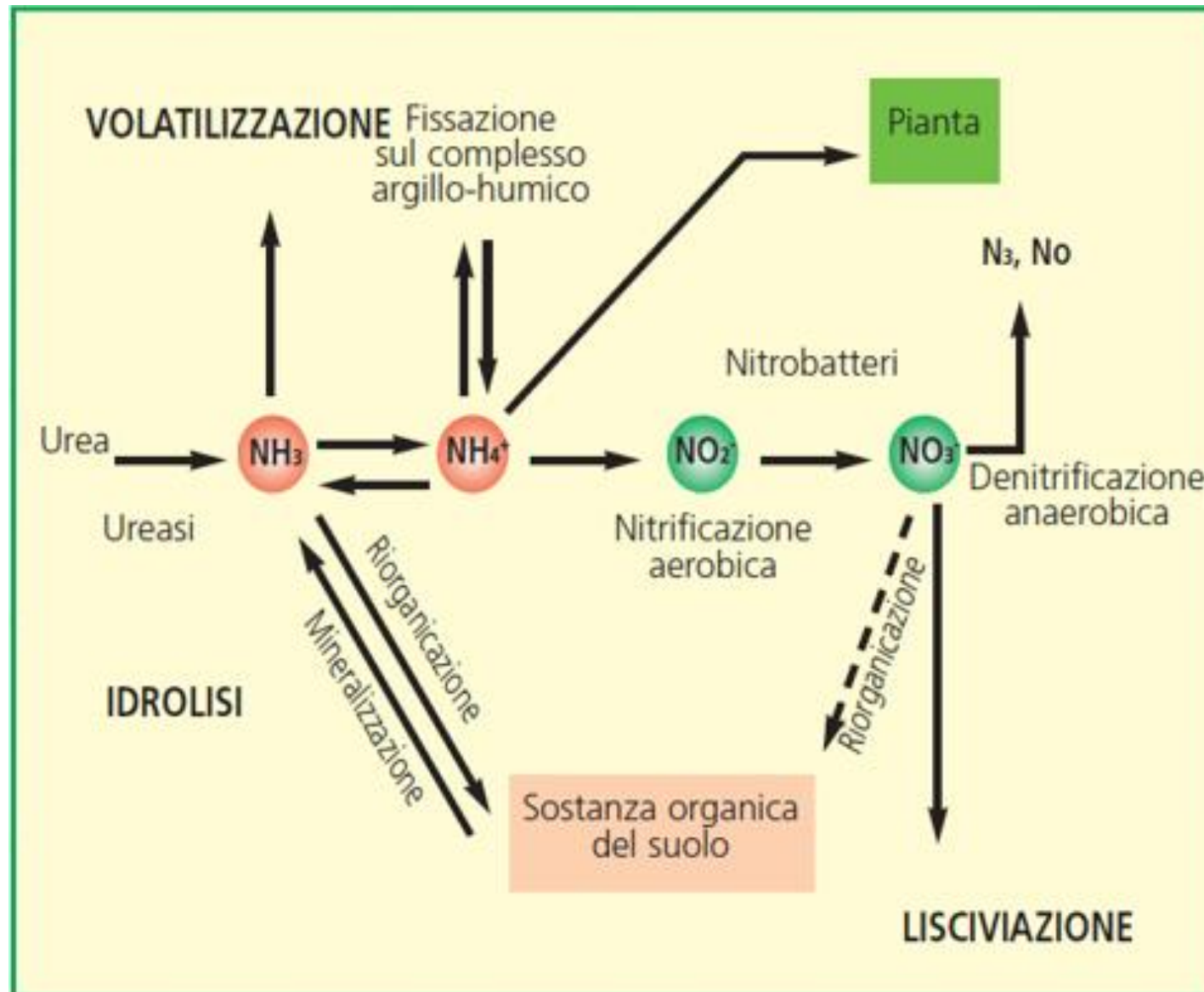
Producto	% N	% N Nítrico (NO ₃)	% N Amoniacal (NH ₄)
Alzon	46		100

Inhibidores de la volatilización









✓ NBPT (N-Butil-Tiofosfórico triamida)

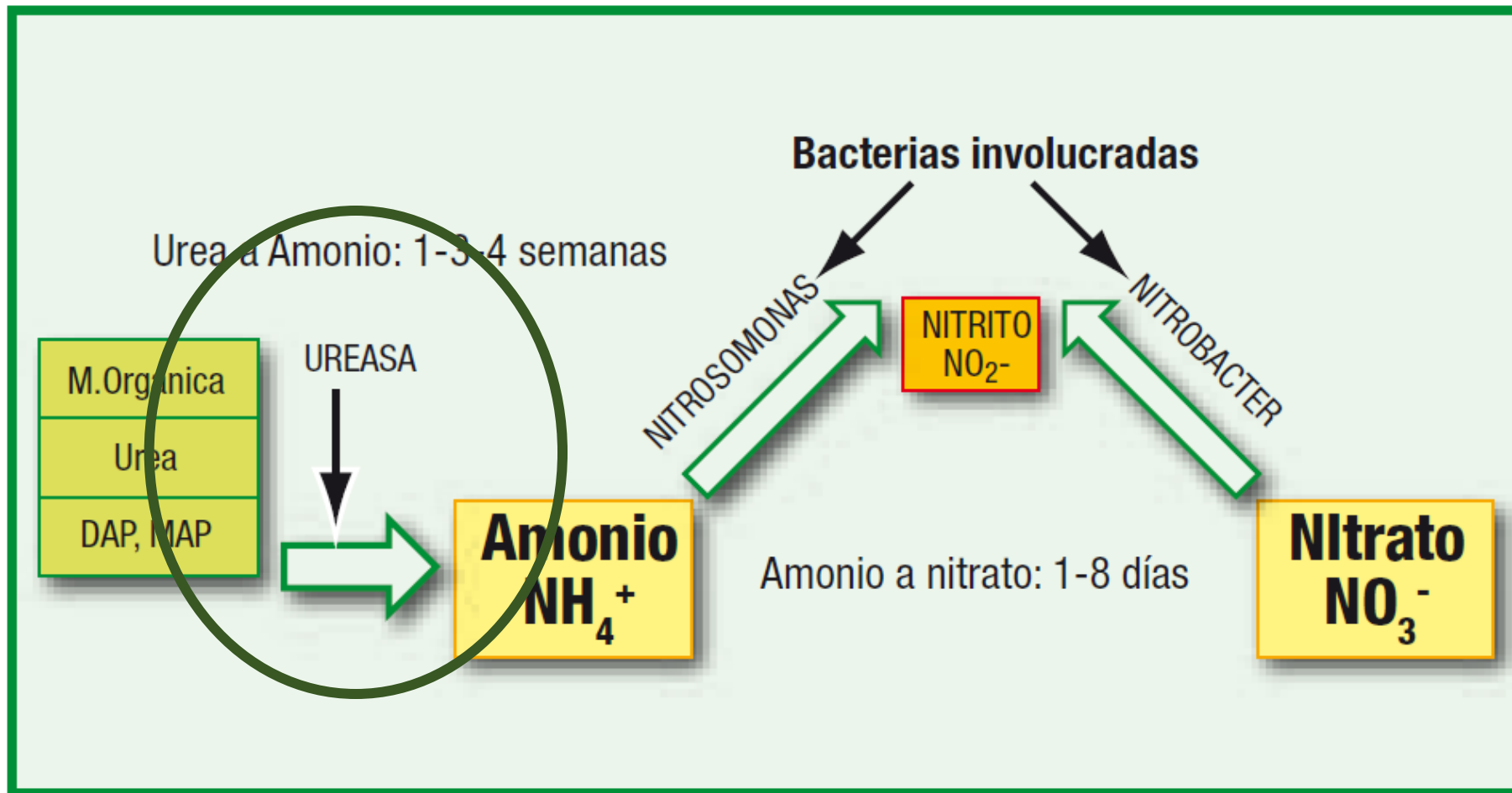
En aplicaciones al voleo de Urea el nitrógeno contenida en ella puede perderse hasta por efecto de la volatilización como amoniaco (NH_3)

La molécula de NBPT creada por la empresa Agrotain, sufre un proceso de oxidación a N-BPO (N-(n-butil) fosfórico triamina) que ocupa los sitios de la ureasa y retarda el fraccionamiento de la molécula de amida (Urea)

Se produce una regulación de la enzima ureasa en el suelo para generar una entrega secuencial de amonio (NH_4) impidiendo la presencia de altas concentraciones disponibles para ser transformados en amoníaco (NH_3)

Las pérdidas por volatilización pueden alcanzar hasta un 30% en el periodo de primavera, verano otoño y sólo 20 mm de precipitación pueden incorporar la urea al suelo para evitar la volatilización

A diferencia del DMPP que actúa sobre las bacterias del suelo la acción del NBPT es sobre la enzima ureasa



*Productos que
reducen el proceso
de volatilización*

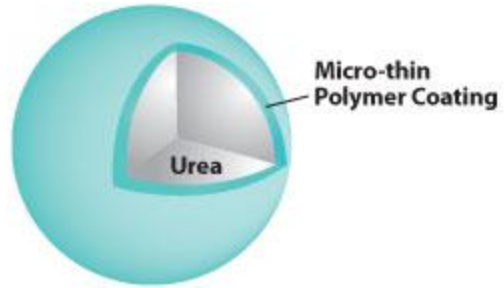
Producto	% N
AmiNtec	46
GURvotec	46

Nitrógeno de liberación controlada

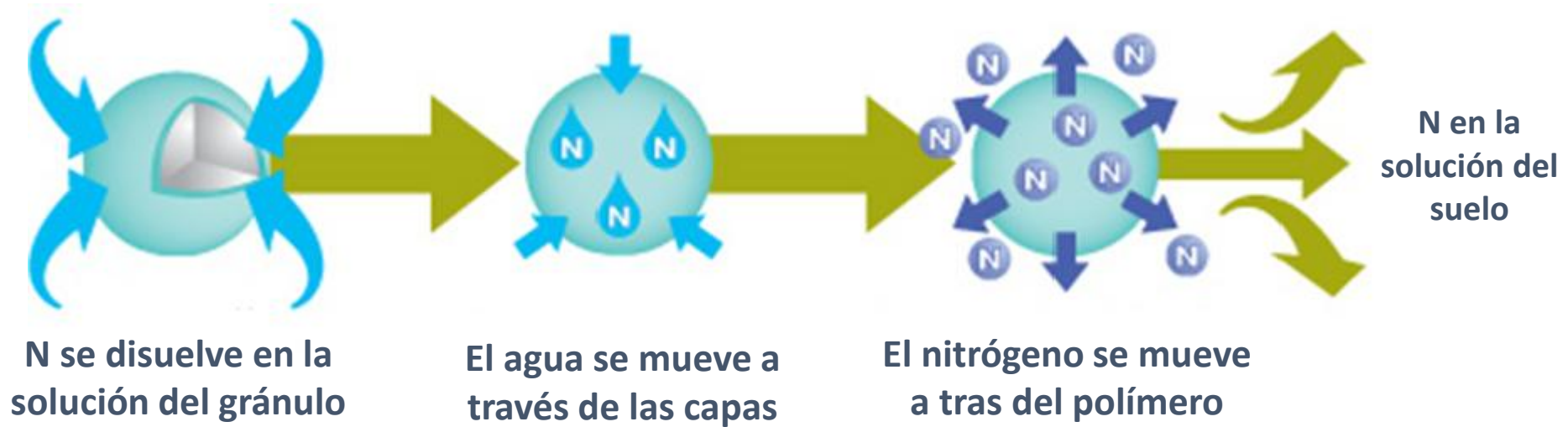
The bottom of the slide features two overlapping blue rectangular blocks. The block on the left is a solid medium blue. The block on the right is a slightly darker blue and is positioned behind the first one, creating a layered effect. Both blocks have a subtle 3D shadow on their right side.

“Una estrategia general destinada a reducir las pérdidas y los impactos adversos del nitrógeno sobre la sociedad debería centrarse en la mejora de la eficiencia de uso, particularmente en la agricultura, lo que podría proporcionar beneficios económicos importantes tanto a los agricultores como a la sociedad en general”

Declaración de Edimburgo sobre el nitrógeno reactivo. Edimburgo, 14 de abril de 2011



Principio básico de nitrógenos de lenta entrega



*Tecnología
de gránulos
de liberación
controlada*

Producto	% N	Periodo de liberación en el suelo (meses)
Agrocote 39	39	2 a 3
Agrocote 38	38	3 a 4
Agrocote 37	37	5 a 6

Formulado por Everris (Ex Scotts professionals)

Uso de Bioestabilizado en el establecimiento y mantención de praderas permanentes







Análisis
promedio de
Bioestabilizado
comercializado
en el Sur

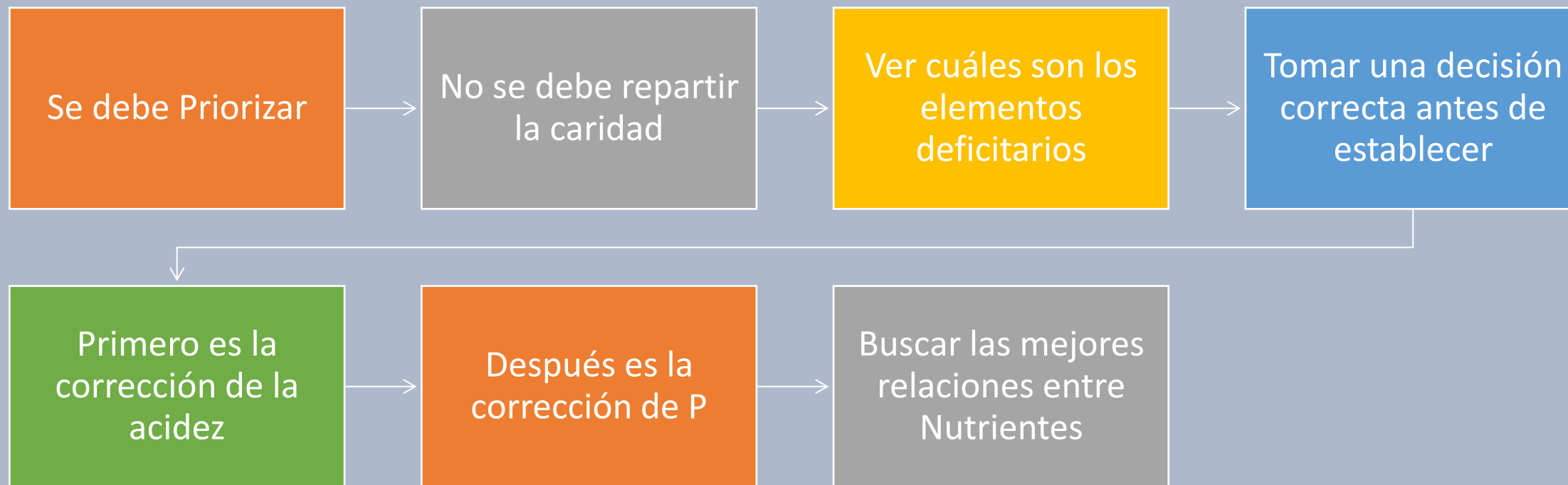
Análisis	Unidad	Valor
Humedad	%	34
pH		8,11
MS	%	66
N	%	5,07
P	%	3,65
K	%	1,95
Ca	%	3,9
Mg	%	2
Na	%	0,48
Al	ppm	1.764
B	ppm	75
Zn	ppm	2.860
Cu	ppm	1.394
Fe	ppm	2.323
Mn	ppm	840
S	%	1,5



Aporte de 3.000
kilos de
bioestabilizado
por hectárea

Análisis	Unidad	Valor	kg/ha
Humedad	%	34	
MS	%	66	
N	%	5,07	100
P	%	3,65	72
K	%	1,95	39
Ca	%	3,90	77
Mg	%	2,00	40
Na	%	0,48	10
Al	ppm	1.764	
B	ppm	75	
Zn	ppm	2.860	
Cu	ppm	1.394	
Fe	ppm	2.323	
Mn	ppm	840	
S	%	1,5	

- 
- 
- En nutrición vegetal lo más importante es dar prioridad de acuerdo los requerimientos de las plantas y la disponibilidad de nutrientes en el suelo



El establecimiento de pasturas es un proceso que requiere una adecuada planificación considerando las condiciones de cada explotación, objetivos productivos y área de ubicación



Nutrición Vegetal

Rolando Demanet Filippi
Dr. Ingeniero Agrónomo
Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente
Universidad de La Frontera

Cátedra de Praderas y Pasturas
2025

