

# Nutrición vegetal

Praderas y Pasturas  
2023

Rolando Demanet Filippi  
Dr. Ingeniero Agrónomo  
Universidad de La Frontera

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

---



<b>Nutriente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
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?

---

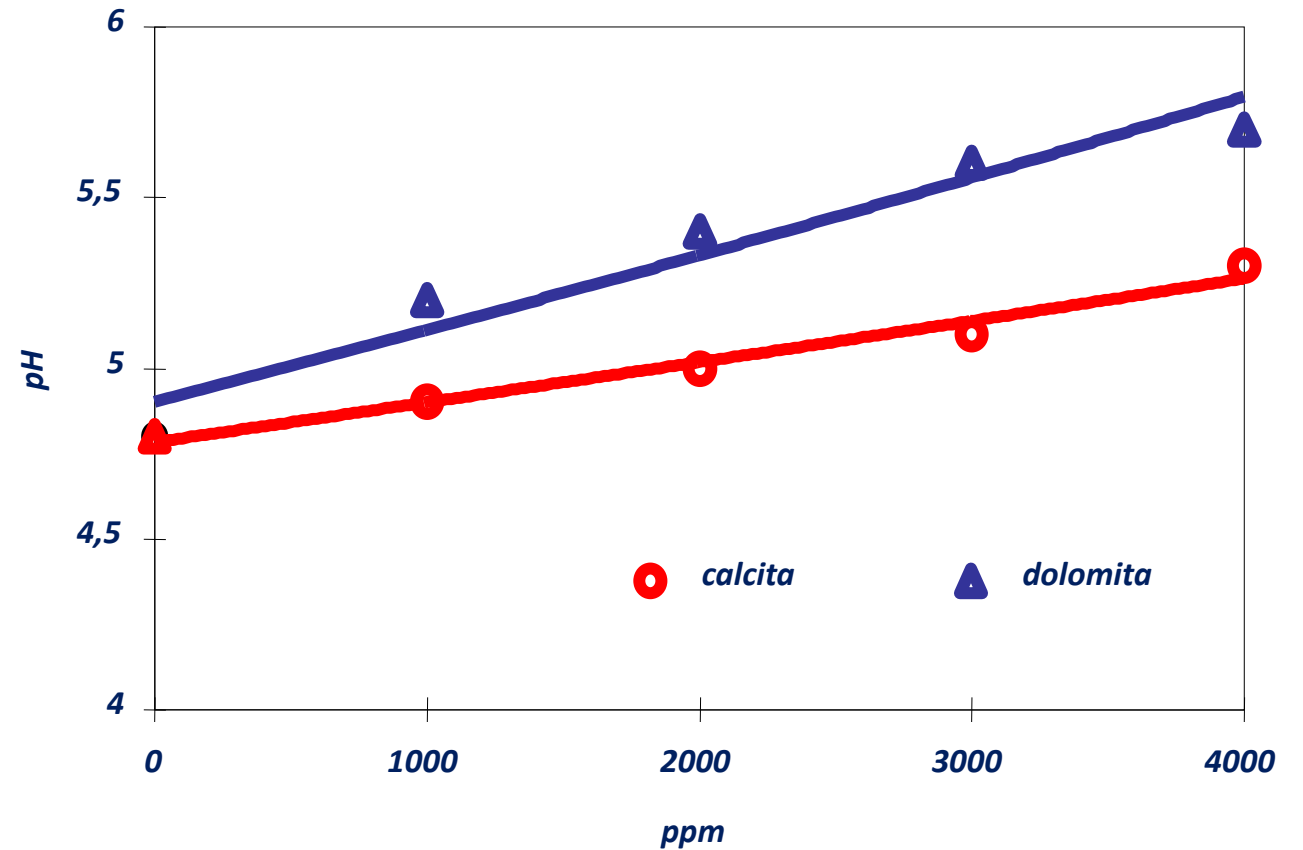








## Relación entre el pH y la enmienda calcárea en suelos volcánicos del sur de Chile







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



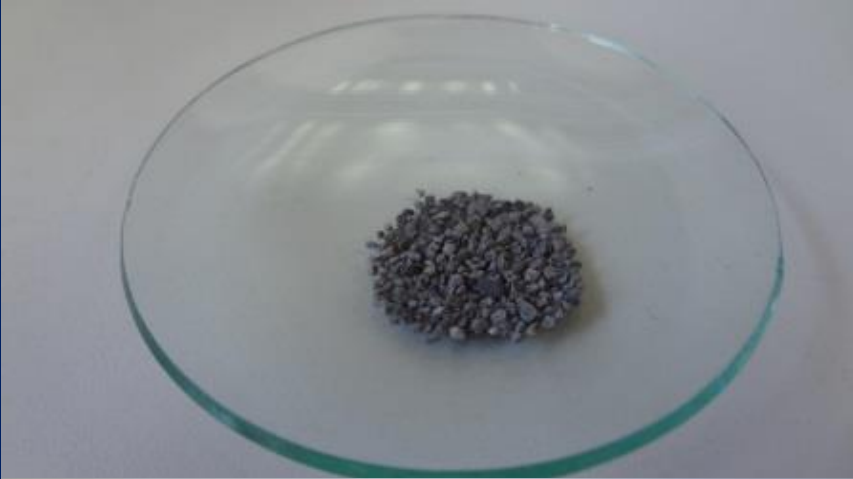
The image shows two rectangular pieces of clear plastic film, labeled A and B, placed side-by-side. Piece A, on the left, is heavily wrinkled and folded, with a complex, irregular pattern of creases and folds. Piece B, on the right, is much smoother and flatter, with only a few very faint, sparse wrinkles. The labels 'A' and 'B' are printed in white, bold, sans-serif font at the bottom of each respective piece. The background is a dark, textured surface.

**A**

**B**



Análisis	Expresión	Unidad	Cal A	Cal B
<b>20</b>	<b>mesh</b>	<b>%</b>	<b>9</b>	<b>0</b>
<b>50</b>	<b>mesh</b>	<b>%</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
<b>80</b>	<b>mesh</b>	<b>%</b>	<b>17</b>	<b>21</b>
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 <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0,02	0
Oxido de Ca	CaO	%	35,2	37,2
<b>Oxido de Mg</b>	<b>MgO</b>	<b>%</b>	<b>5,6</b>	<b>14,5</b>
Poder neutralizante (PN)	CaCO <sub>3</sub>	%	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
<b>Total de enmienda/ha</b>	<b>0,6/0,15</b>	<b>4,00</b>

## 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
<b>Total de enmienda/ha</b>	<b>0,6/0,20</b>	<b>3,00</b>



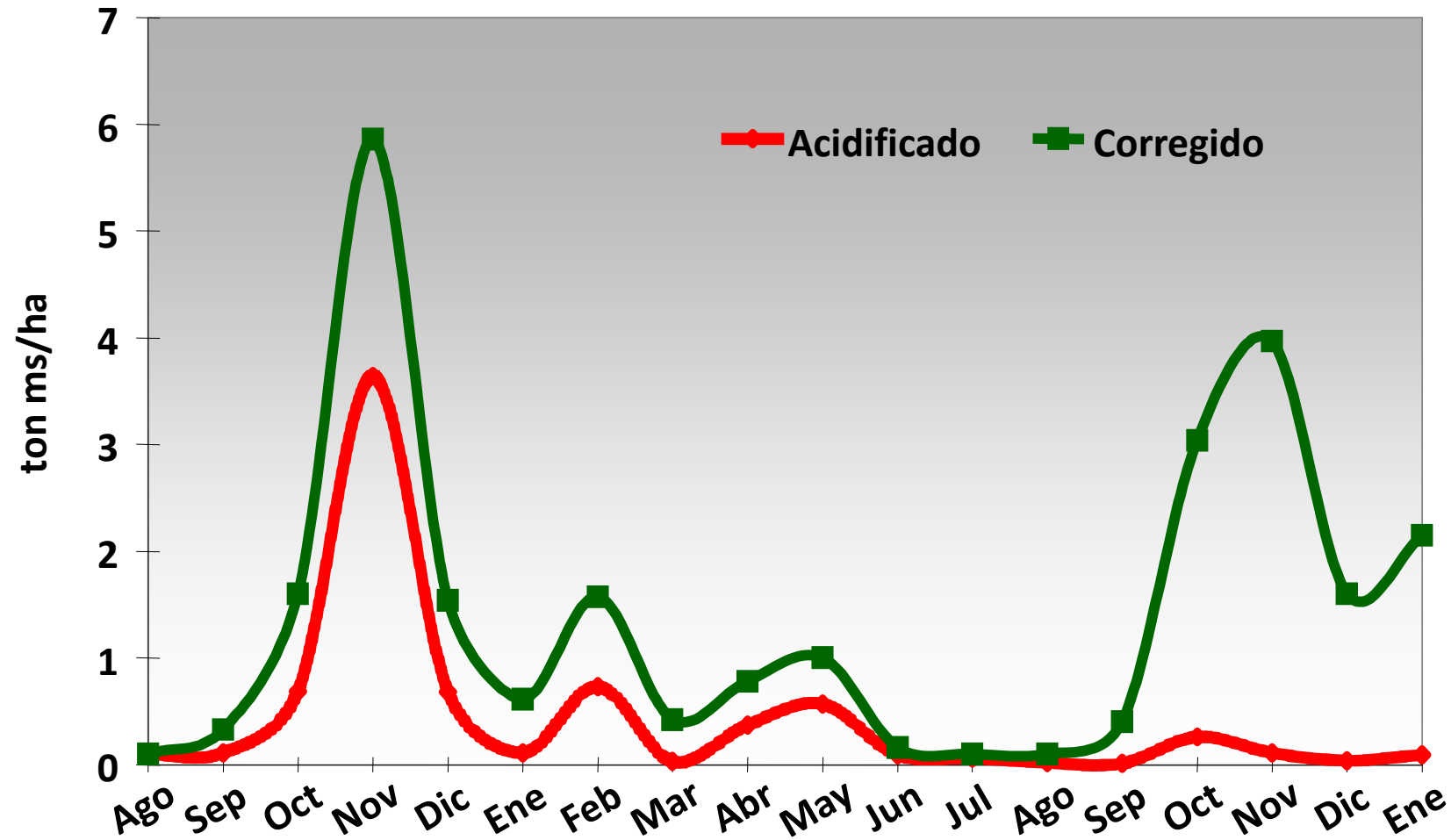




- ✓ ¿Que efecto tiene la enmienda en el rendimiento y calidad del forraje generado en estos suelos?
-



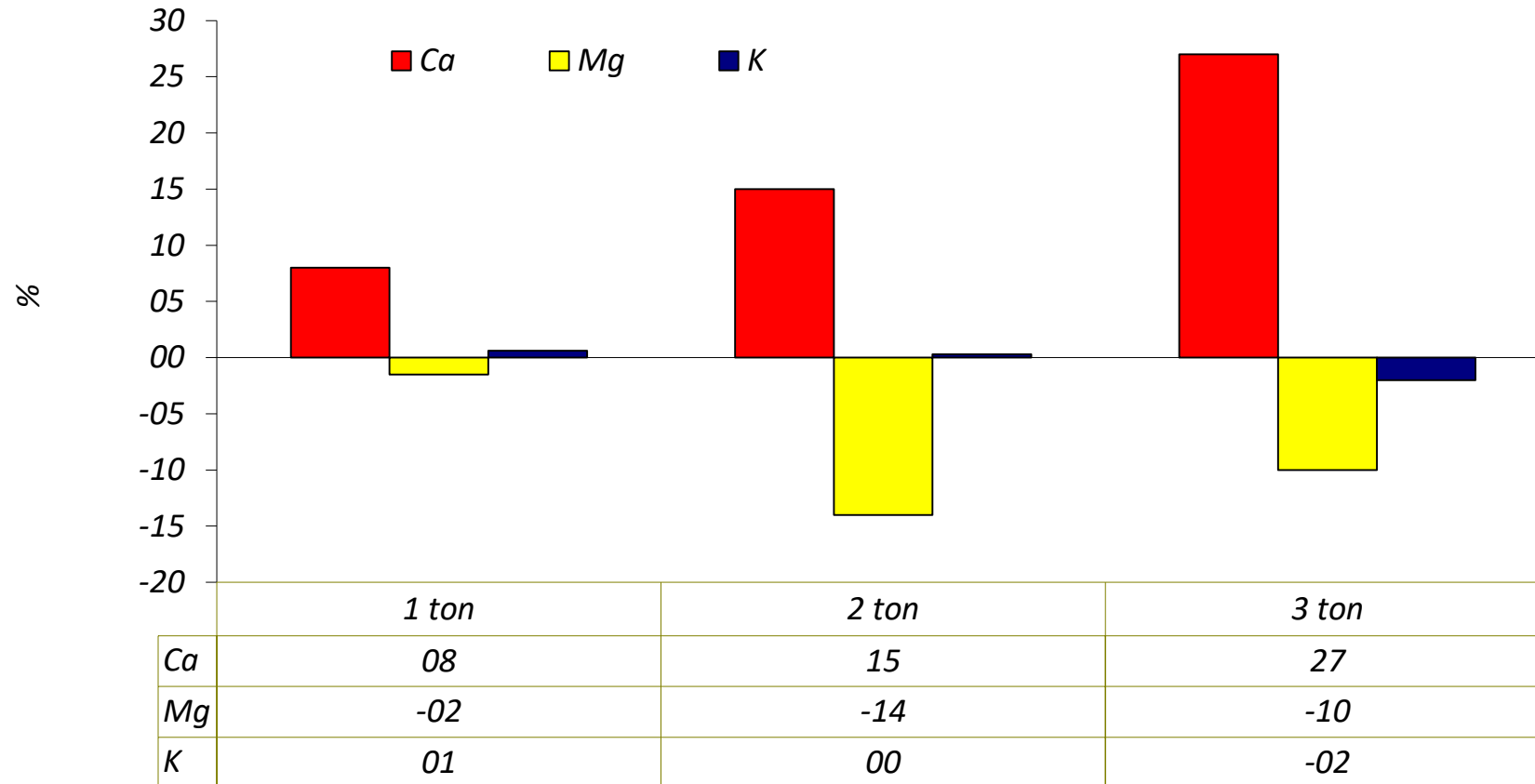
## Distribución mensual de la producción de *Lolium perenne* L. + *Trifolium repens* L.



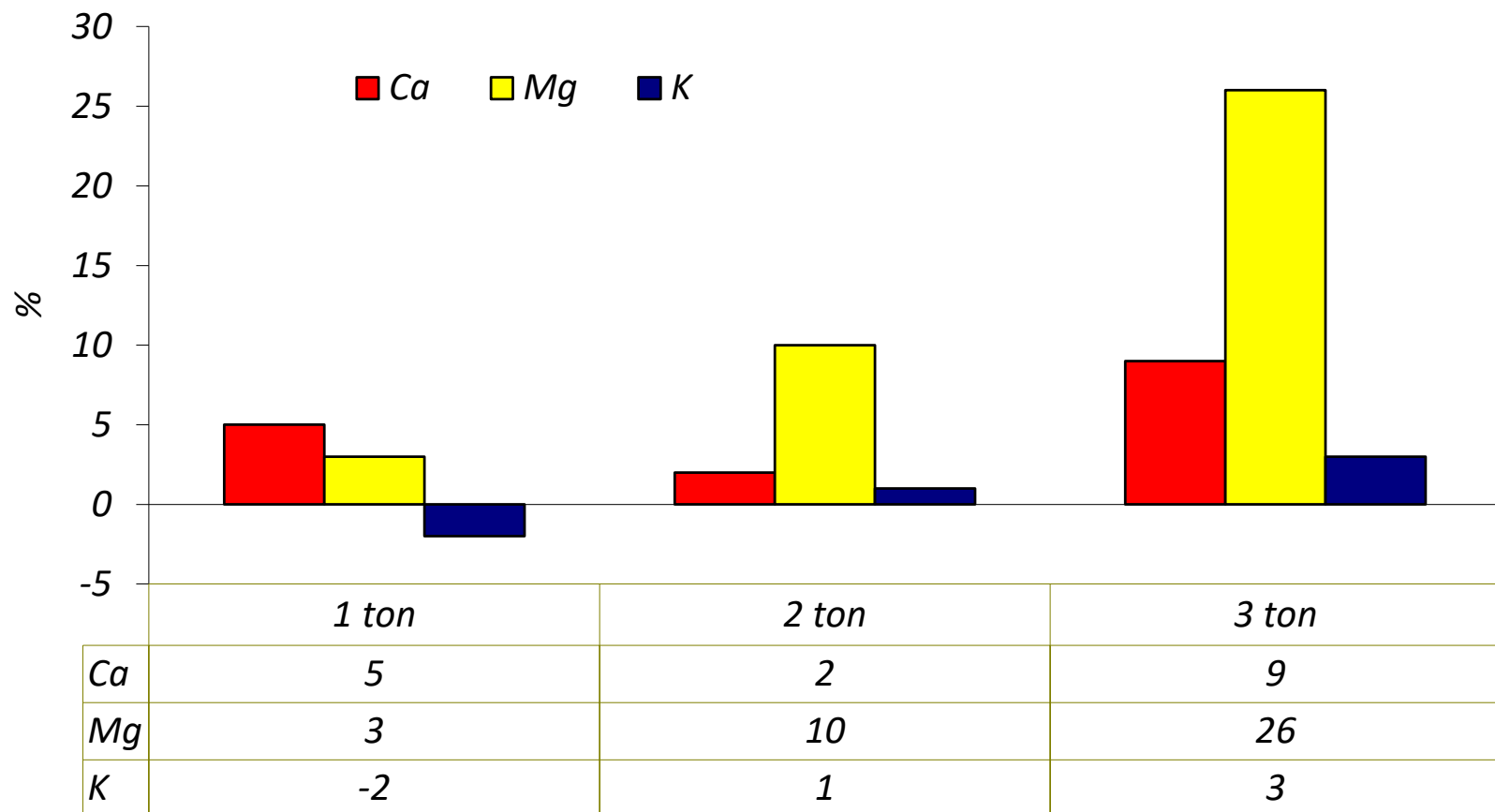
- ✓ No solo hay incremento del rendimiento sino también de la calidad del forraje
-



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



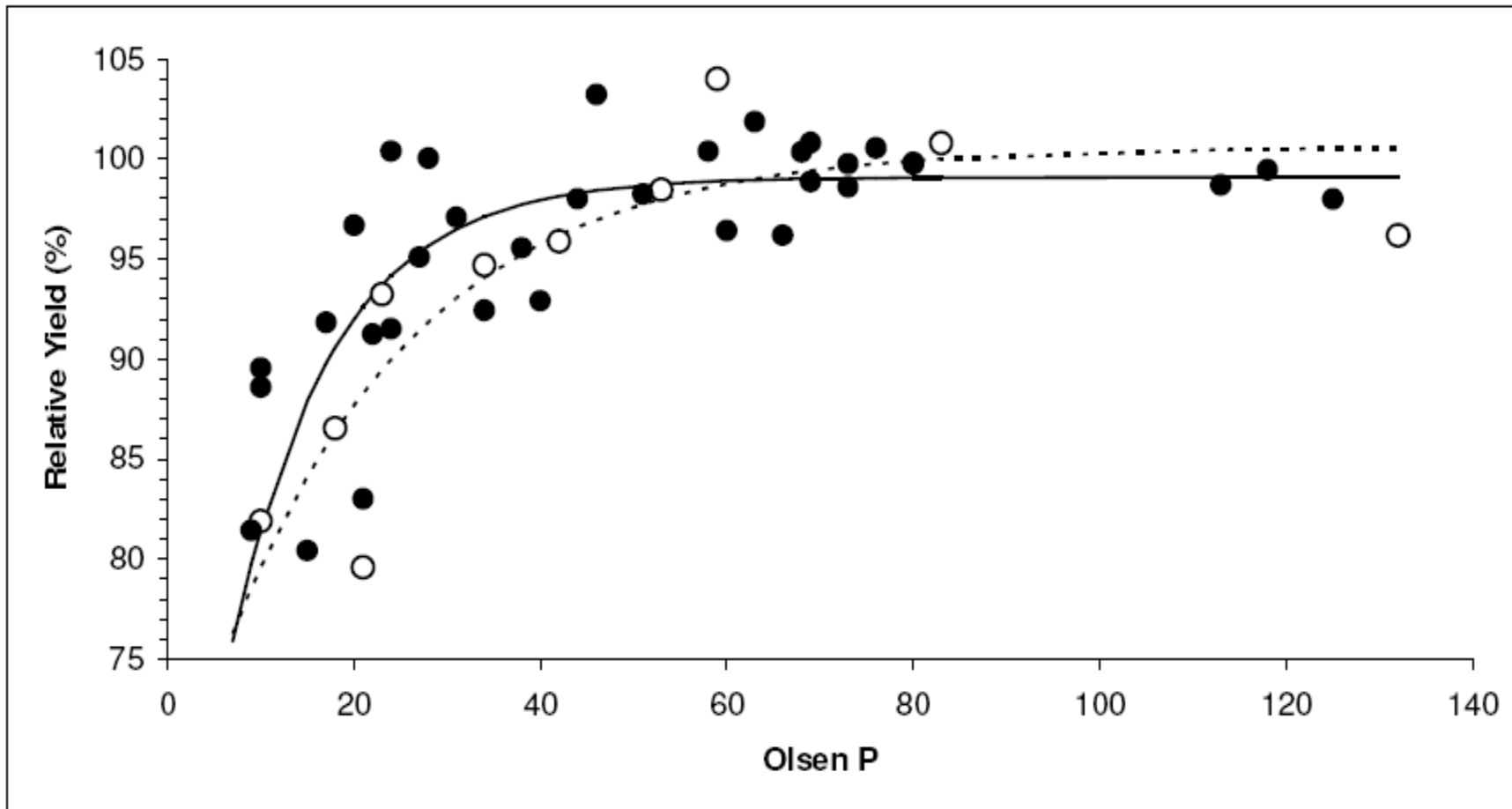
## Efecto de la Aplicación de Dolomita en la absorción de Nutrientes en Ballica





# 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

<b>Fertilizantes</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Mg</b>	<b>Ca</b>
Superfosfato Triple		<b>46</b>	1		20
Fosfato Monoamónico	10	<b>50</b>	2	0,1	2,4
Fosfato Diamónico	18	<b>46</b>			
Superfosfato Normal		<b>22</b>	12		28
Superfos RPA		<b>40</b>	2	0,3	35
Roca Fosfórica Carolina del Norte		<b>30</b>	1,2	0,6	40
Roca Fosfórica Bayovar		<b>30,5</b>	1	0,3	53
CerriFos		<b>30,5</b>	0,07	3,6	44
Roca Fosfórica Bahía Inglesa (Bifox)		<b>18,5</b>	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 <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Corrección	641	481	321	160	0
kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Requerido/Ton ms	7	7	7	7	7
Rendimiento Anual (Ton ms/ha)	18	18	18	18	18
kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Requerido/ha	126	126	126	126	126
kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Requerido Total/ha	767	607	447	286	126
kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 kg SFT	46	46	46	46	46
kg SFT Requerido	<b>1.667</b>	<b>1.320</b>	<b>972</b>	<b>622</b>	<b>274</b>
\$/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<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/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
-----------------	----	----	----	---	---

---

<b>Años</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
-------------	-----------	----------	----------	----------	----------

---

- ✓ 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		<b>250</b>
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		<b>125</b>
% Nutriente Fertilizante	46	
Requerimiento de Fertilizante		<b>272</b>

- ✓ ¿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*

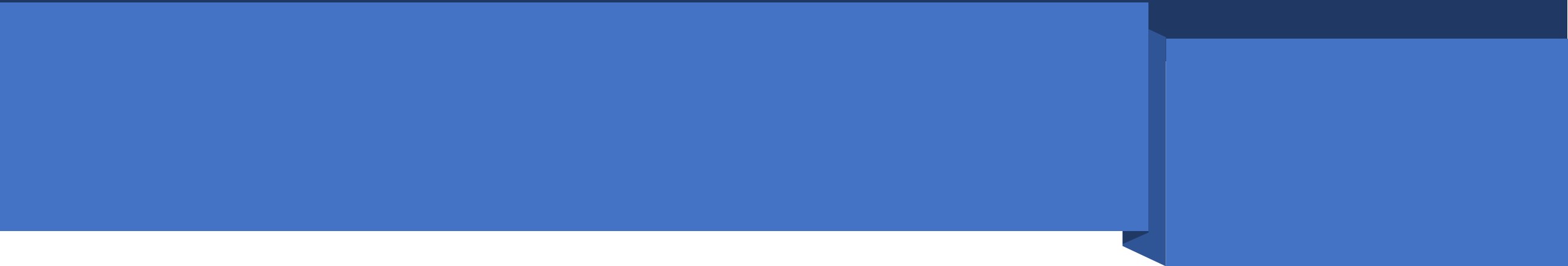
kg N/ha	Kg Urea/ha	kg MS/kg N/ha	kg MS/ha
<b>23</b>	<b>50</b>	<b>35</b>	<b>802</b>
35	75	24	831
46	100	21	976
69	150	16	1.127
92	200	17	1.595

Fuente: Demanet y Mora, 2015

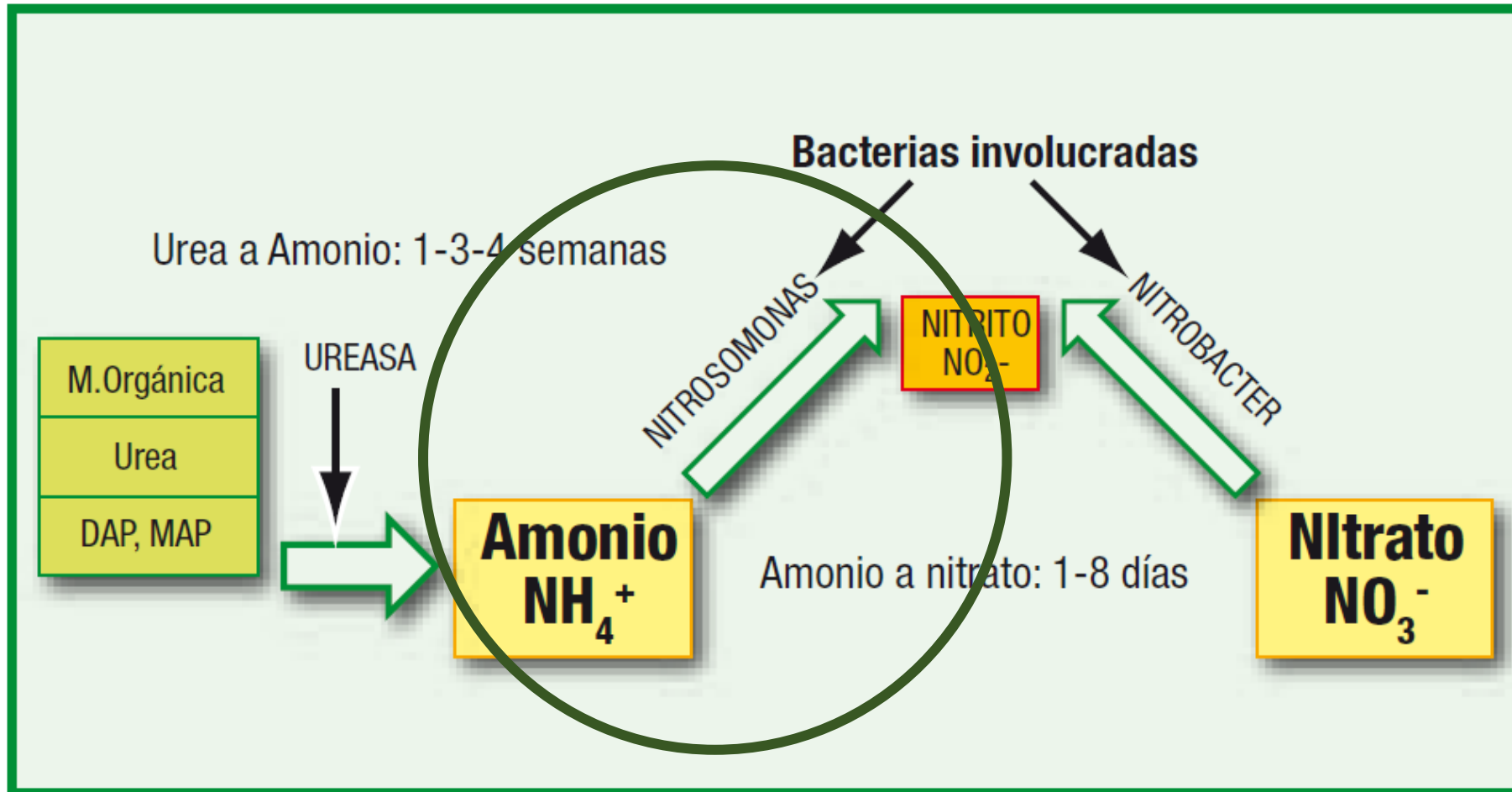
- ✓ Siendo la Urea la principal fuente nitrogenada, es necesario conocer como ha evolucionado la oferta de nitrógeno en el mercado mundial y nacional
-



# Inhibidores de la Nitrificación

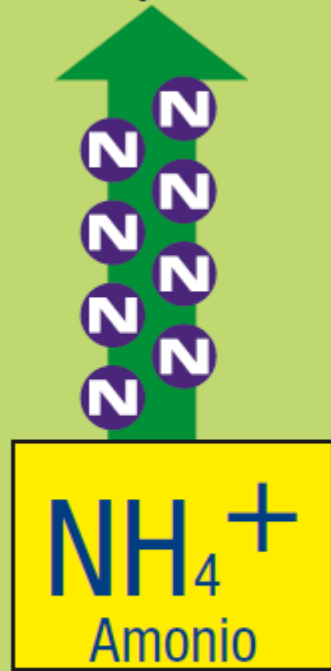


- ✓ Estos compuestos químicos inhabilitan temporalmente la acción de las bacterias *Nitrosomonas* spp., evitando que el amonio  $\text{NH}_4^+$  se transforme en nitrito  $\text{NO}_2^-$  y finalmente a nitrato  $\text{NO}_3^-$
-

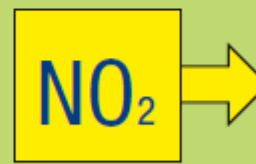
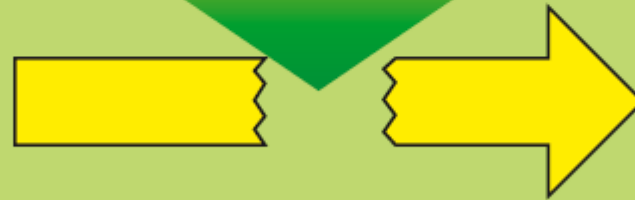




Mayor disponibilidad  
para la planta



◀ DMPP ▶



Disponibilidad  
para la planta



Pérdida  
por lavado

◀ DMPP ▶ Molécula Inhibidora de la Nitrificación

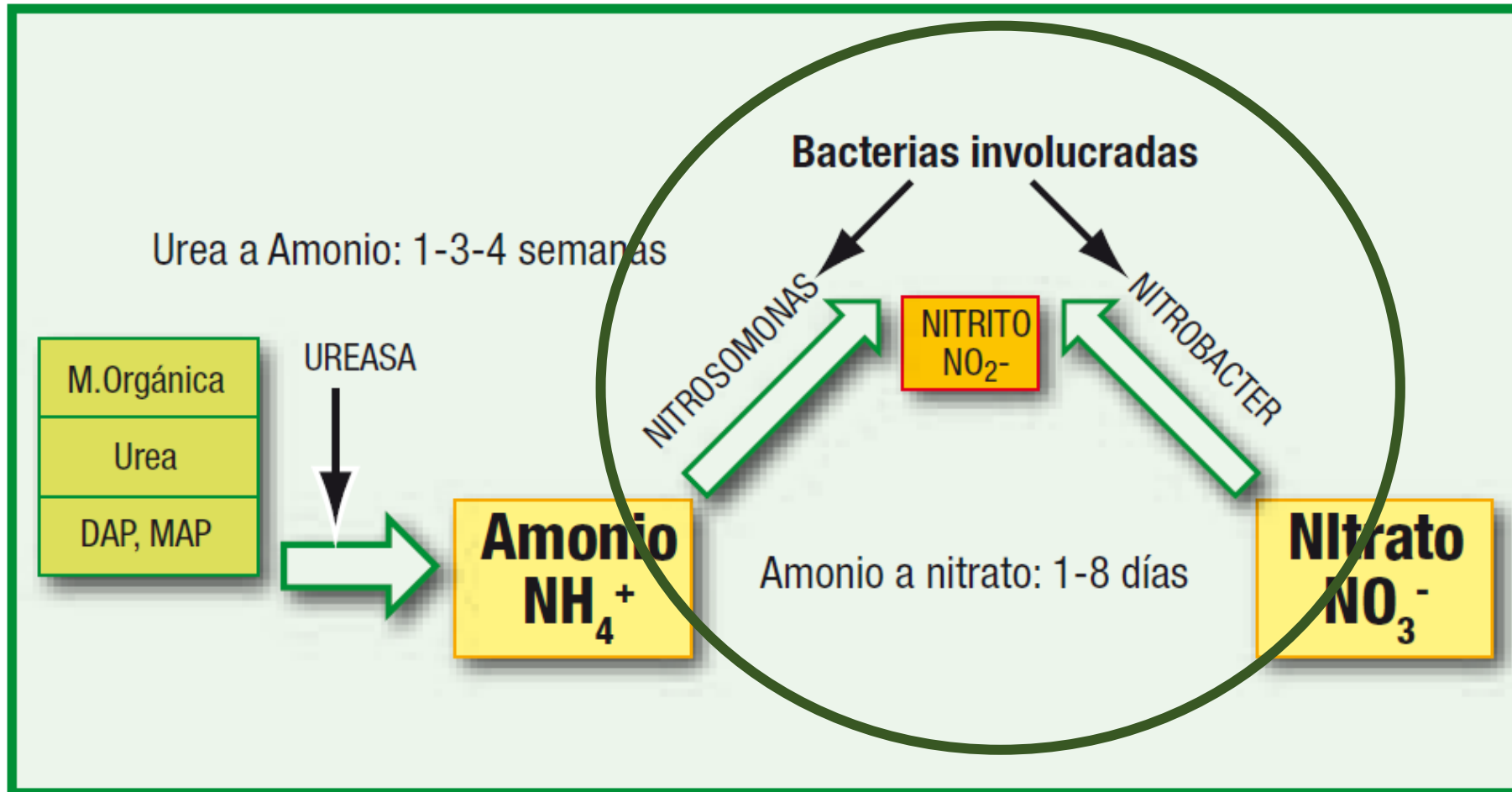
- ✓ Esta acción inhibitoria, genera una mayor proporción de  $\text{NH}_4^+$  el cual queda adsorbido en los coloides del suelo
-

- ✓ Con la inhibición del proceso la proporción de  $\text{N-NH}_4^+$  aumenta en el suelo, con la ventaja de generar bajas tasas de pérdidas de  $\text{NO}_3^-$  por lixiviación
-



✓ Las bacterias *Nitrosomonas* en el suelo son las responsables de la transformación de amonio en Nitrito ( $\text{NO}_2$ ) que es oxidado y transformado en Nitrato ( $\text{NO}_3$ ) 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 <sub>3</sub> )	% N Amoniacal (NH <sub>4</sub> )	observación
<b>GURretain</b>	<b>46</b>		<b>46</b>	
<b>Entec 26</b>	<b>26</b>	<b>7,5</b>	<b>18,5</b>	Incluye 13% S
<b>Entec 25</b>	<b>25</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	Incluye 15% P2O5
<b>NovaTec N-Max</b>	<b>24</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	Incluye P,K,Mg,B,Zn,Fe,S
<b>NovaTec Suprem</b>	<b>21</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	Incluye P,K,Mg,B,Zn,Fe,S
<b>NovaTec Premium</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	Incluye P,K,Mg,B,Zn,Fe,S
<b>Entec perfect</b>	<b>14</b>			Incluye P,K,Mg,B,Zn,S
<b>NovaTec Classic</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	Incluye P,K,Mg,B,Zn,Fe,S

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

---

# *Producto comercial*

Producto	% N	% N Nítrico (NO <sub>3</sub> )	% N Amoniacal (NH <sub>4</sub> )	observación
Vitratec	<b>46</b>		<b>100</b>	
Vitratec 21	<b>21</b>		<b>100</b>	Incluye 24% S

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

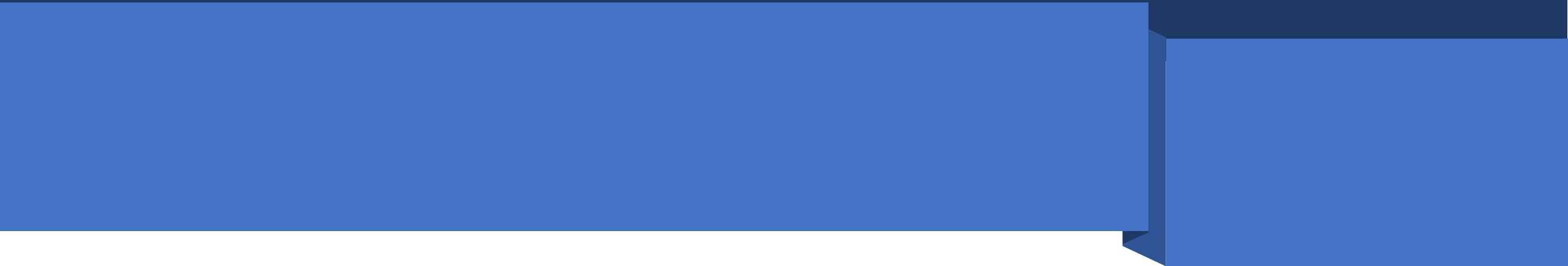
---

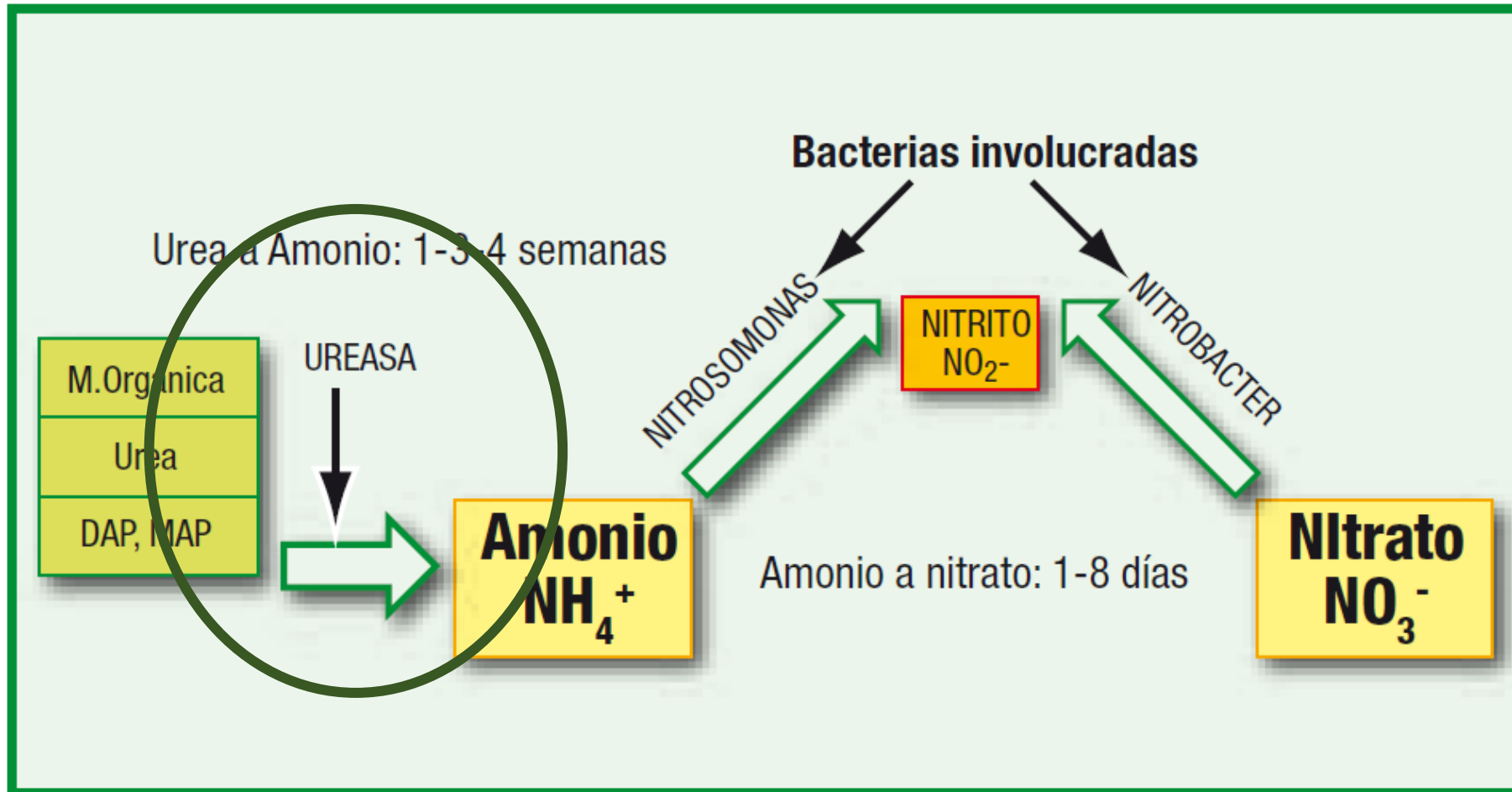


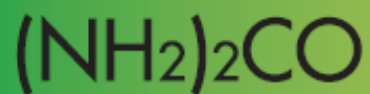
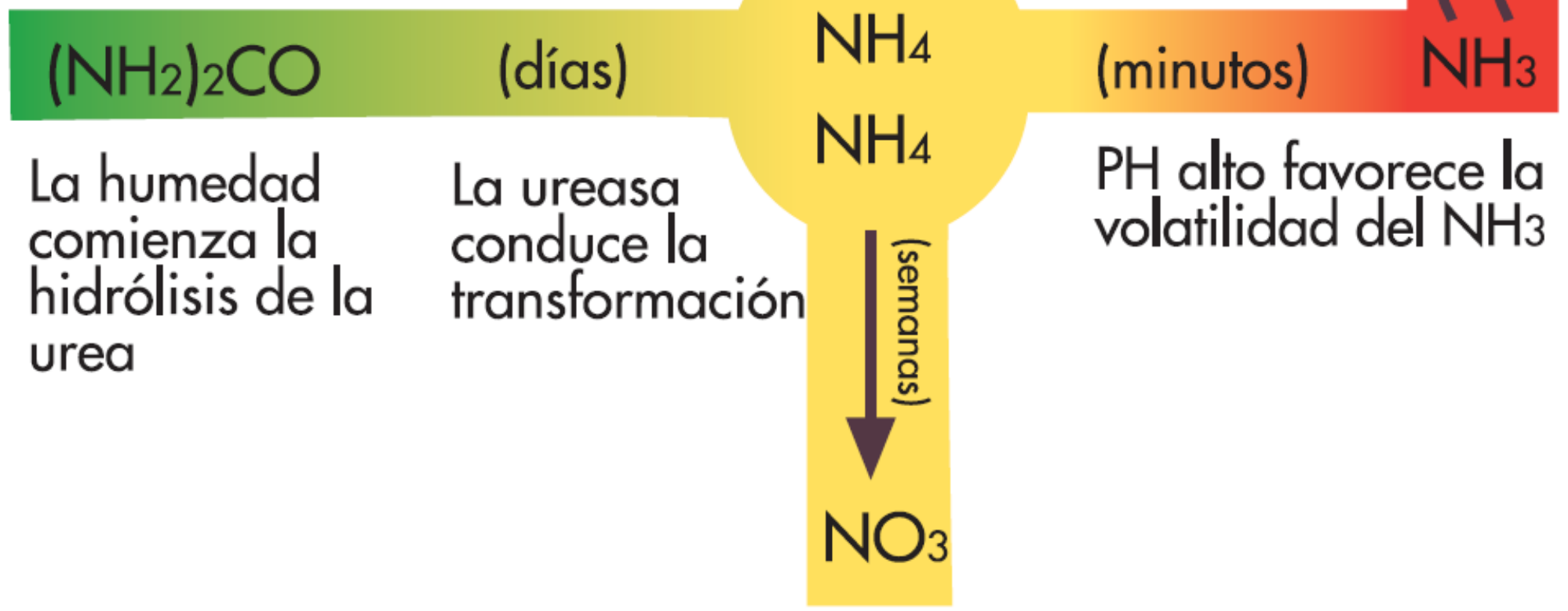
# *Producto comercial*

Producto	% N	% N Nítrico (NO <sub>3</sub> )	% N Amoniacal (NH <sub>4</sub> )
Alzon	46		100

# Inhibidores de la volatilización







(días)



(minutos)



La humedad comienza la hidrólisis de la urea

La ureasa conduce la transformación

(semanas)



PH alto favorece la volatilidad del  $\text{NH}_3$





✓ 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 ( $\text{NH}_3$ )

---

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 ( $\text{NH}_4$ ) impidiendo la presencia de altas concentraciones disponibles para ser transformados en amoniaco ( $\text{NH}_3$ )

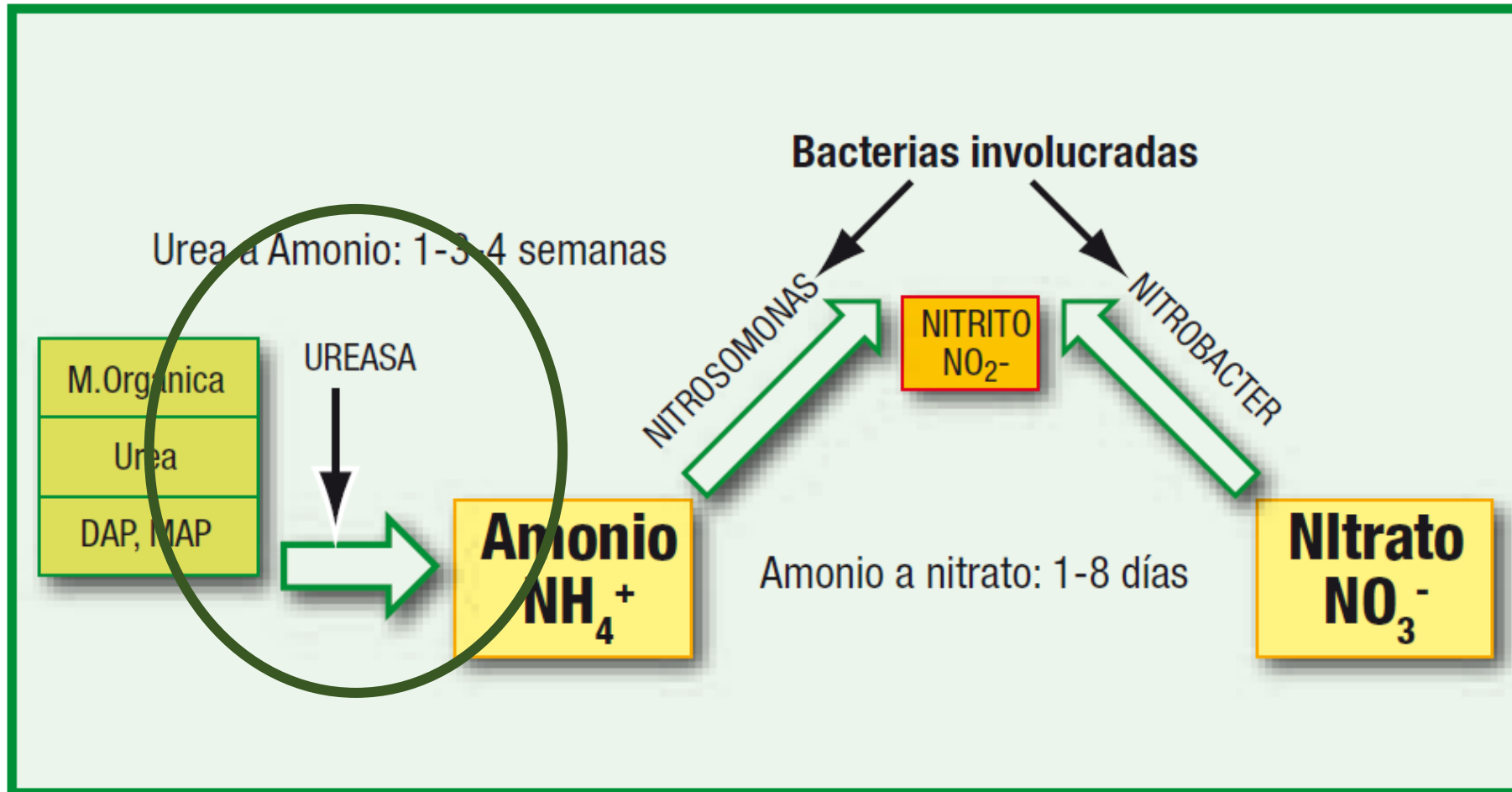
---

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*

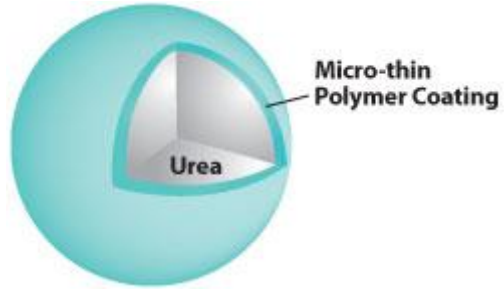
Producto	% N
AmiNtec	46
GURvotec	46

# Nitrógeno de liberación controlada

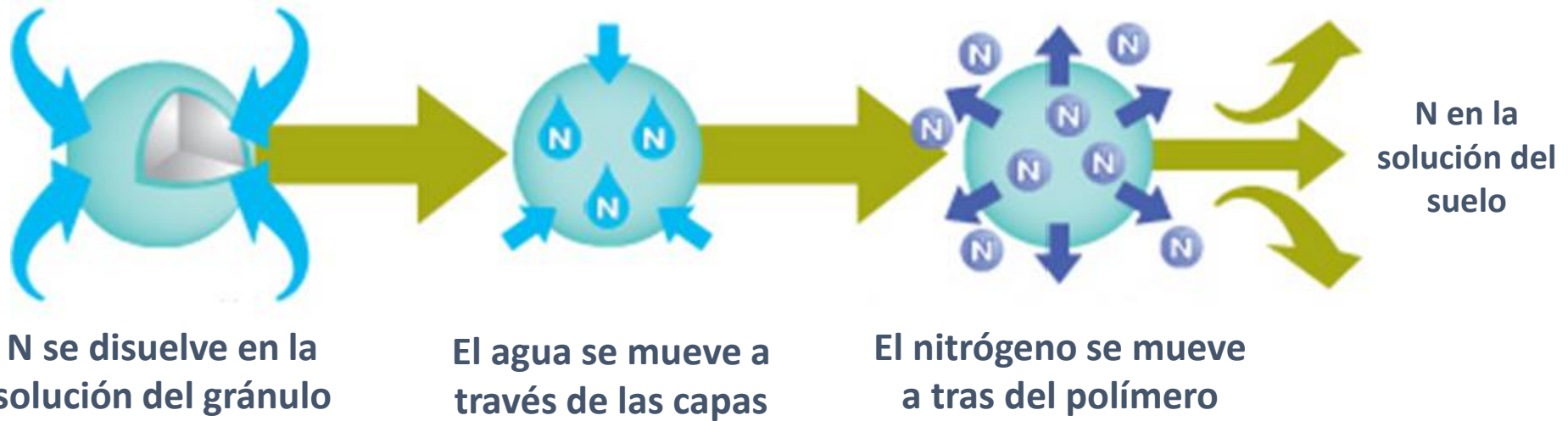
The slide features a dark blue background with the title text in white. At the bottom, there are two horizontal blue bars of different shades and lengths, with the shorter one on the right appearing to be a continuation or a separate element of the design.

“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





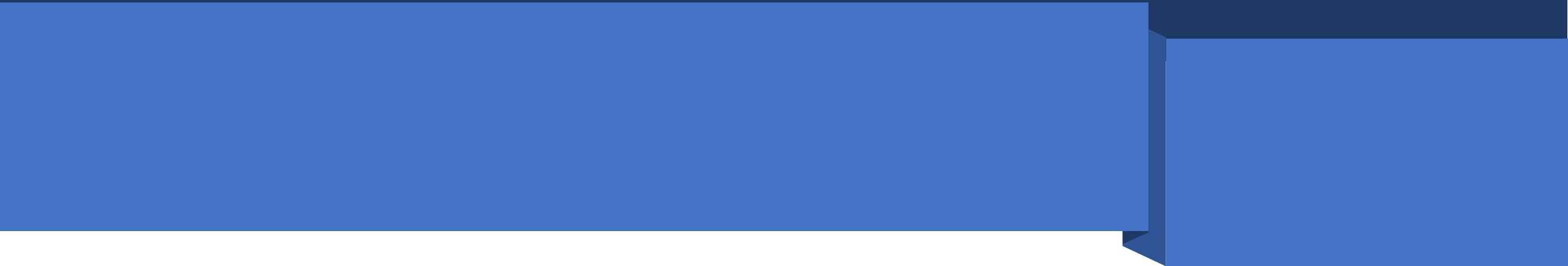
*Tecnología  
de gránulos  
de liberación  
controlada*

---

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

---

# 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





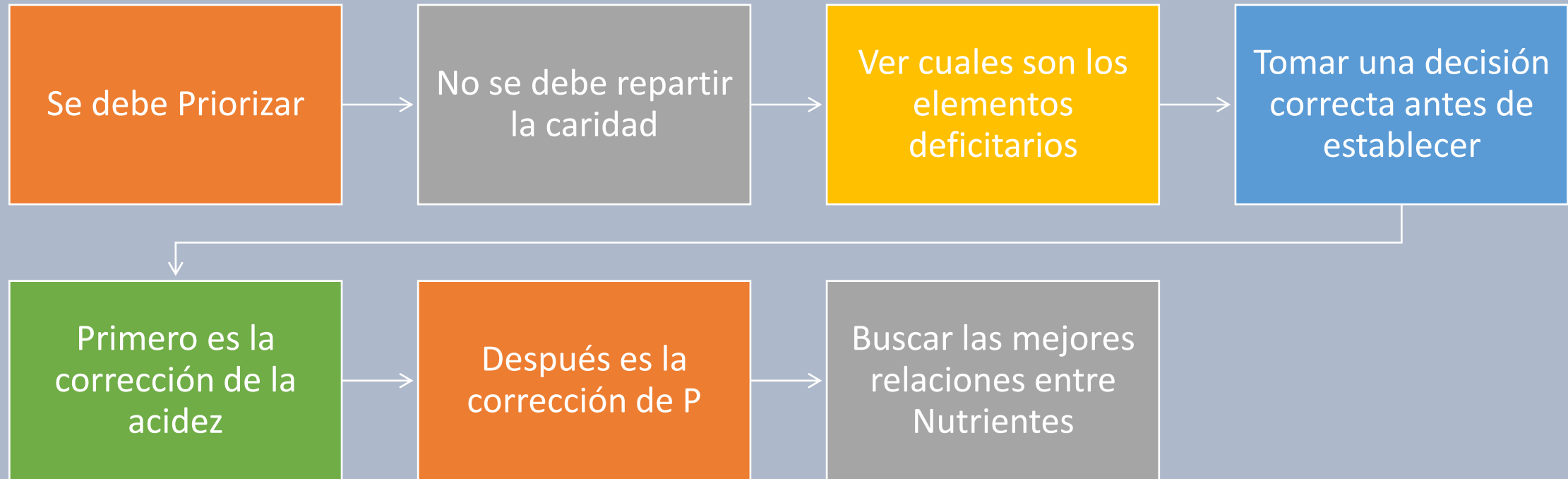


Aporte de 3.000  
kilos de  
bioestabilizado  
por hectárea

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 mas 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

Praderas y Pasturas  
2023

Rolando Demanet Filippi  
Dr. Ingeniero Agrónomo  
Universidad de La Frontera