



Algunos factores que limitan el crecimiento, desarrollo y calidad del maíz para ensilaje

Rolando Demanet Filippi
Dr. Ingeniero Agrónomo
Universidad de La Frontera

Los Ángeles, 2 de Noviembre de 2015

La superficie de maíz en Chile es 117.418 ha y en la Región del Bío Bío se establecen anualmente 17.915 ha (15,2%)

Según el INE (2014), el país posee un rendimiento promedio de 101 qqm/ha y la Región del Bío Bío 102,9 qqm/ha

*En grano húmedo la Región del Bío Bío puede alcanzar un rendimiento superior a **180 qqm/ha** base 14,5% de humedad*

*Y en producción de ensilaje de maíz puede superar las **28 Ton MS/ha** en condiciones de campo y las **34 Ton MS/ha** en ensayos de investigación*

¿Qué debemos saber del cultivo de maíz para ensilaje?



**Es el perfecto complemento para
sistemas pastoriles y estabulados**





***Factores determinan el
rendimiento y la calidad del
cultivo de maíz y su
conservación como ensilaje***

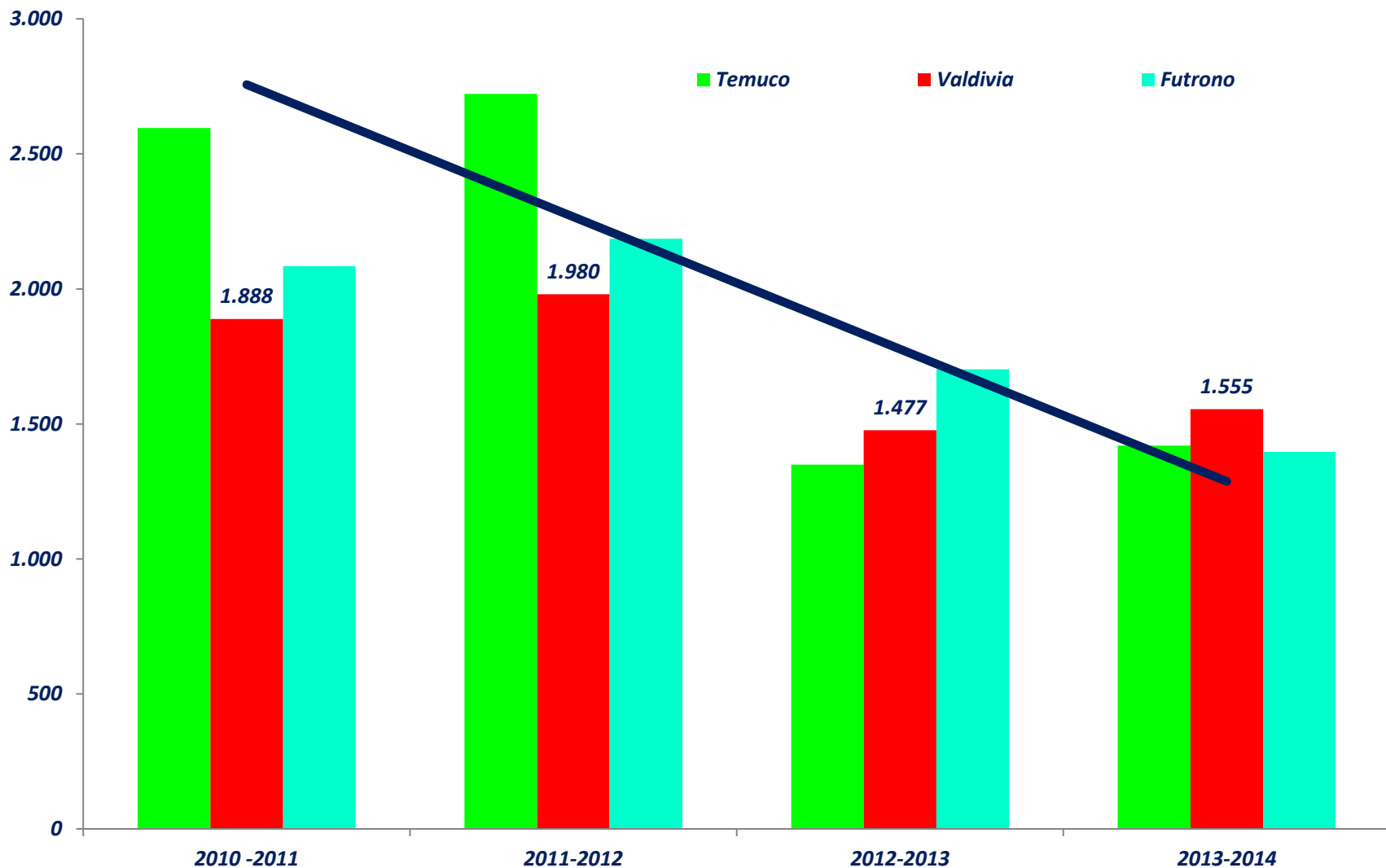
1

Temperatura y Agua





**Para producir 1 Ton MS/Ha de
maíz para ensilaje se requieren
mínimo 30 mm de precipitación.**



***Acumulación de grados día base 6°C
Periodo Octubre - Abril***

Con un valor superior a 2.100 grados días base 6°C, en la zona templada hemos logrado producciones superiores a

30 Ton MS/Ha.



Se generan pérdidas irreversibles de población de plantas y rendimiento.

Las semillas que se adquieran deben tener un valor de Cold Test superior a 90%.

2

Nutrición Vegetal

Enmienda

Requerimiento mínimo para lograr una producción anual de 25 Ton MS/Ha

Nutriente	kg/ha
Nitrogeno	300
Fósforo	260
Potasio	150
Magnesio	100
Azufre	150
Boro	1,8
Zinc	1,8

Aplicación 1 Ton Dolomita 15/ha

***Parte importante de los
suelos donde se establece
maíz son ácidos o tiene
tendencia a acidificarse***

La acidez esta relacionada con la presencia de aluminio en el suelo que genera efectos negativos en el crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz para ensilaje

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 diversas 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 disminuyéndola 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***

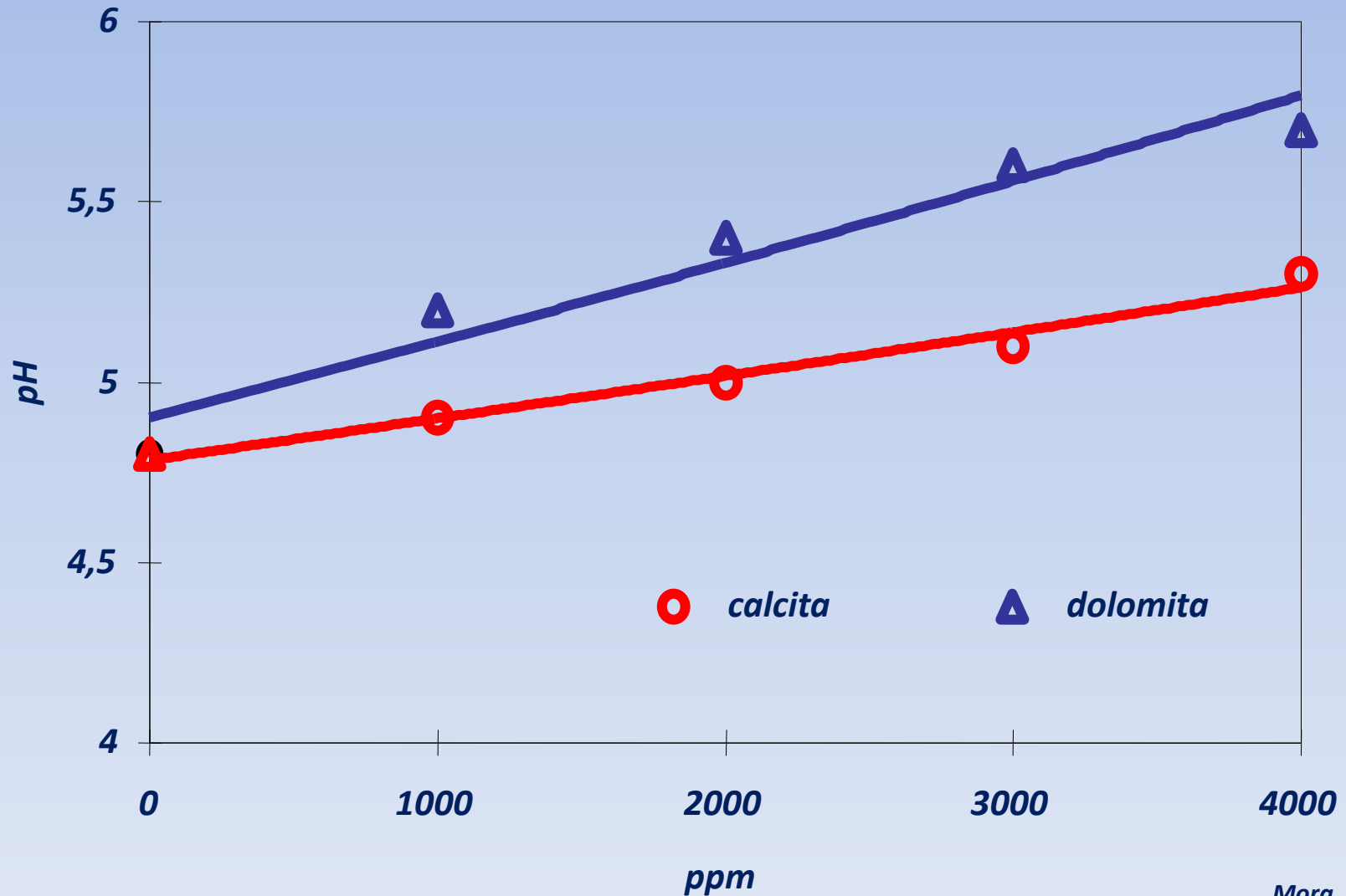
No todas las enmiendas son iguales



¿Cuál es mas efectiva?



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***

<i>Análisis</i>	<i>Expresión</i>	<i>Unidad</i>	<i>Empresa A</i>	<i>Empresa B</i>
20	<i>mesh</i>	%	9	0
50	<i>mesh</i>	%	5	0
80	<i>mesh</i>	%	17	21
140	<i>mesh</i>	%	13	25
270	<i>mesh</i>	%	9	15
< 270	<i>mesh</i>	%	47	39
<i>Eficiencia relativa</i>	<i>ER</i>	%	92	100
<i>Humedad</i>		%	3,2	<i>s/i</i>
<i>Fósforo total</i>	P_2O_5	%	0,02	0
<i>Oxido de Ca</i>	CaO	%	35,2	37,2
<i>Oxido de Mg</i>	<i>MgO</i>	%	<i>5,6</i>	<i>14,5</i>
<i>Poder neutralizante (PN)</i>	$CaCO_3$	%	76,9	102,6
<i>Poder relativo de Neutralización total</i>	<i>PRNT</i>	%	70,7	102,6



A



B



20 mesh



60 mesh



140 mesh



> 270 mesh

3

Nutrición Vegetal

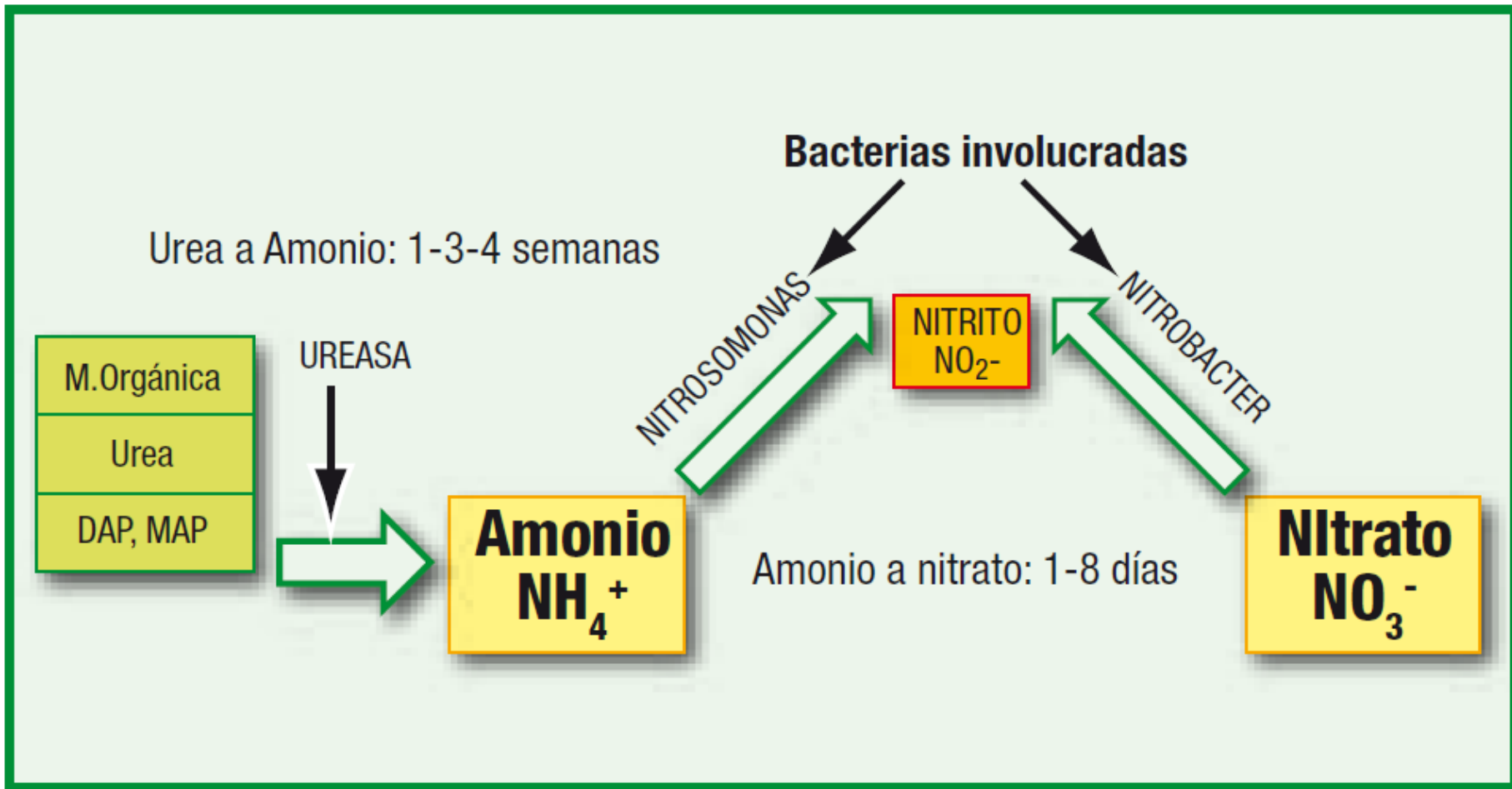
Nitrógeno





*Siendo la **Urea** la principal fuente nitrogenada utilizada en maíz para ensilaje, es necesario conocer como ha evolucionado la oferta de nitrógeno*

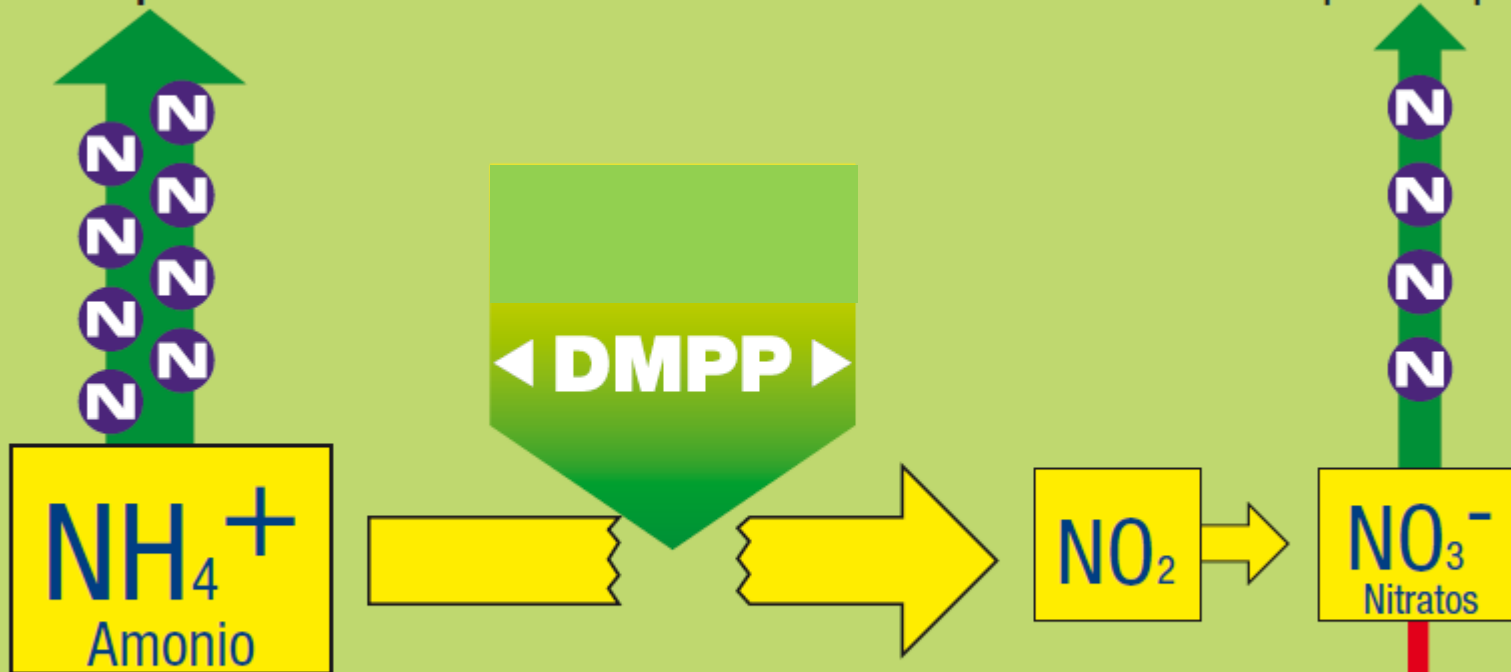
Inhibidores de la Nitrificación



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^-

Mayor disponibilidad
para la planta

Disponibilidad
para la planta

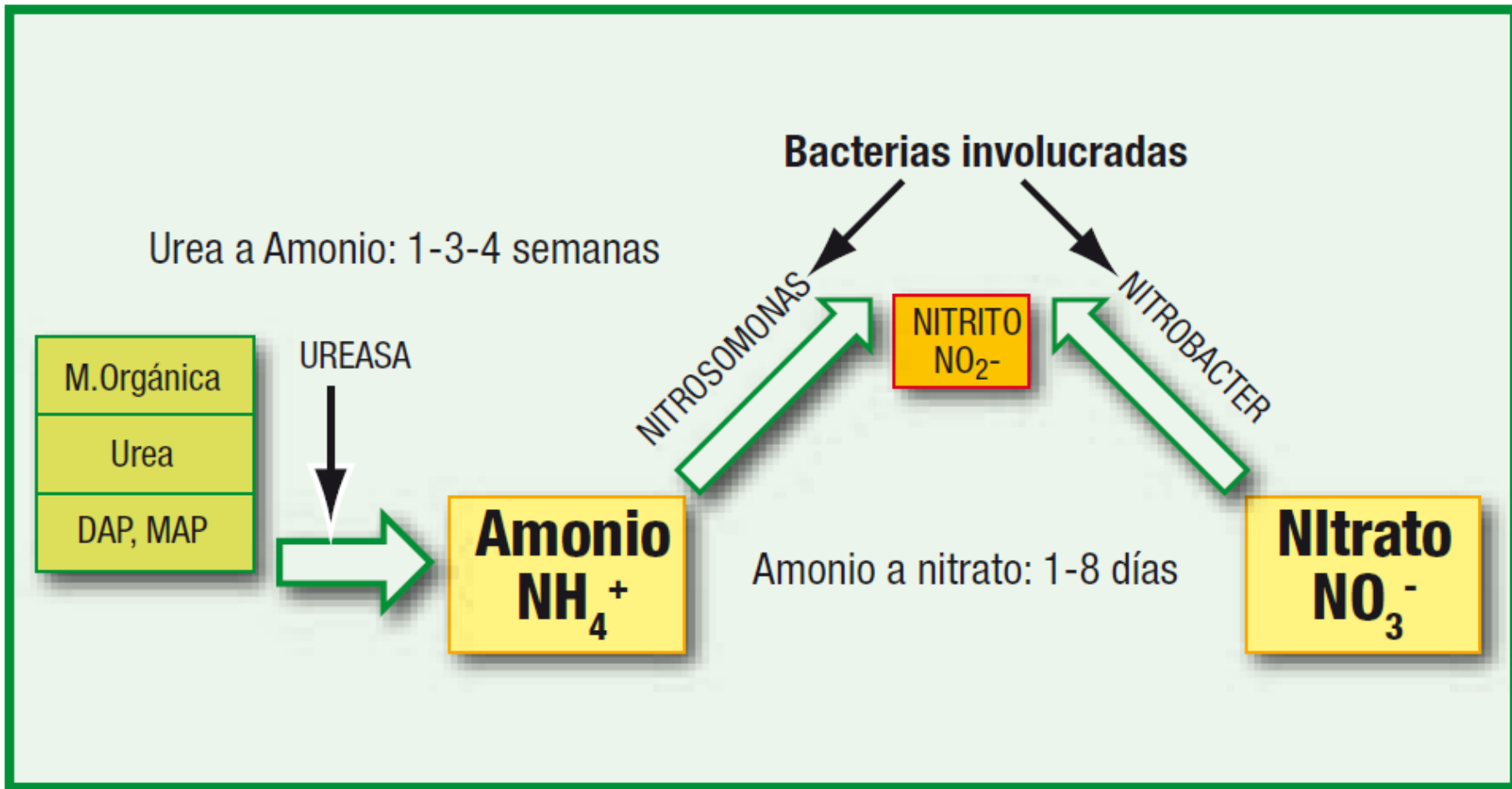


DMPP Molécula Inhibidora de la Nitrificación

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-NH₄⁺ aumenta en el suelo, con la ventaja de generar bajas tasas de pérdidas de NO₃⁻ por lixiviación.

Las bacterias nitrosomonas en el suelo son las responsables de la transformación de amonio en Nitrito (NO₂) que es oxidado y transformado en Nitrato (NO₃) por las bacterias Nitrobacter y Nitrosolobus.



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

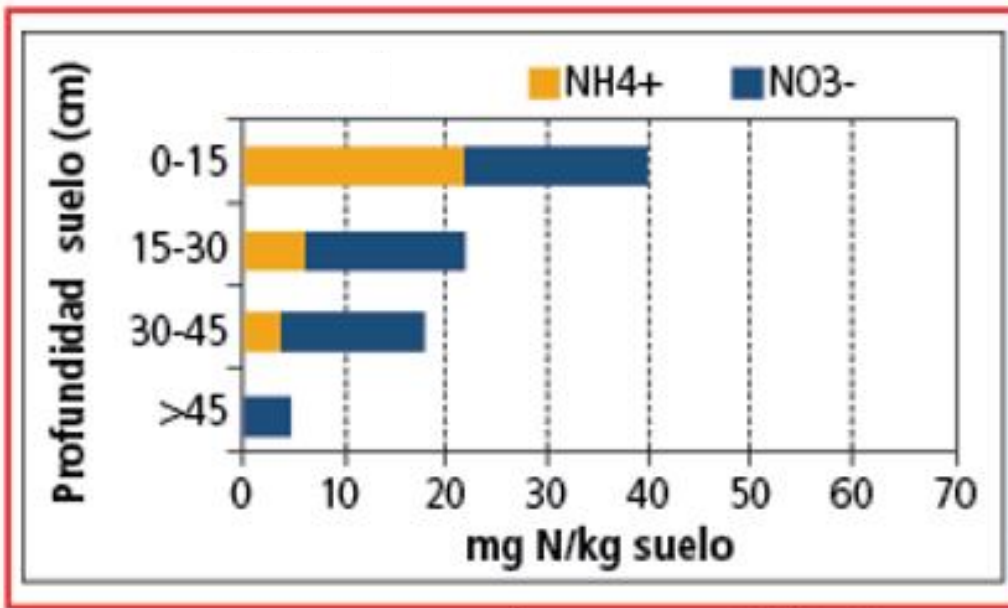
DMPP (3-4 Dimetilpirazol fosfato)

Características de la molécula DMPP

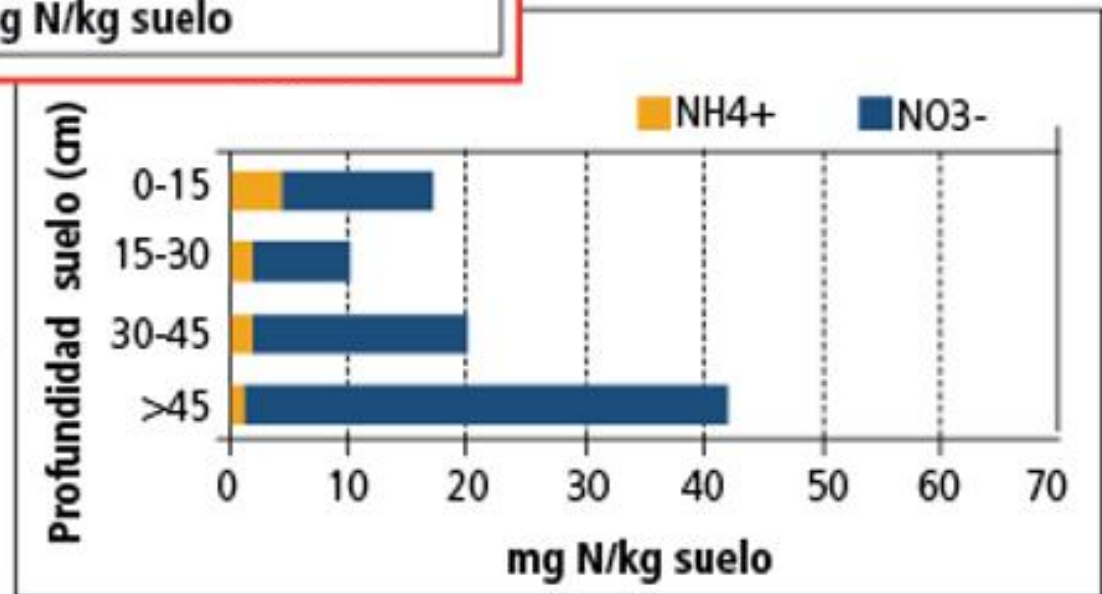
- ✓ ***Efecto bacteriostático, no bactericida***
- ✓ ***Selectividad: inhibe eficazmente sólo la acción de las bacterias nitrosomonas.***
- ✓ ***Se degrada totalmente en el suelo sin dejar residuos.***

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***



SNA *



Fuente: Serna et al., 2000

* SNA: Nitro Sulfato de Amonio

***Productos comerciales que
poseen DMPP***

Productos comerciales con DMPP

Producto	% N	% N Nítrico (NO ₃)	% N Amoniacal (NH ₄)	observación
Entec 26	26	7,5	18,5	Incluye 13% S
Entec 25	25	11	14	Incluye 15% P2O5
Entec perfect	14			Incluye P,K,Mg,B,Zn,S
GURretain	46		100	
Vitratec	46		100	
Alzon	46		100	
Vitratec 21	21		100	Incluye 24% S
NovaTec N-Max	24	11	13	Incluye P,K,Mg,B,Zn,Fe,S
NovaTec Classic	12	5	7	Incluye P,K,Mg,B,Zn,Fe,S
NovaTec Premium	15	7	8	Incluye P,K,Mg,B,Zn,Fe,S
NovaTec Suprem	21	10	11	Incluye P,K,Mg,B,Zn,Fe,S

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

Producto comercial

<i>Producto</i>	<i>% N</i>	<i>% N Nítrico (NO₃)</i>	<i>% N Amoniacal (NH₄)</i>	<i>observación</i>
Vitratec	46		100	
Vitratec 21	21		100	Incluye 24% S

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

Producto comercial

<i>Producto</i>	<i>% N</i>	<i>% N Nítrico (NO₃)</i>	<i>% N Amoniacal (NH₄)</i>
<i>Alzon</i>	46		100

Inhibidores de la volatilización



Fuente: <http://www.amintec.cl/Amintec.aspx#tabs-3>

NBPT (N-Butil-Tiofosfórico triamida)

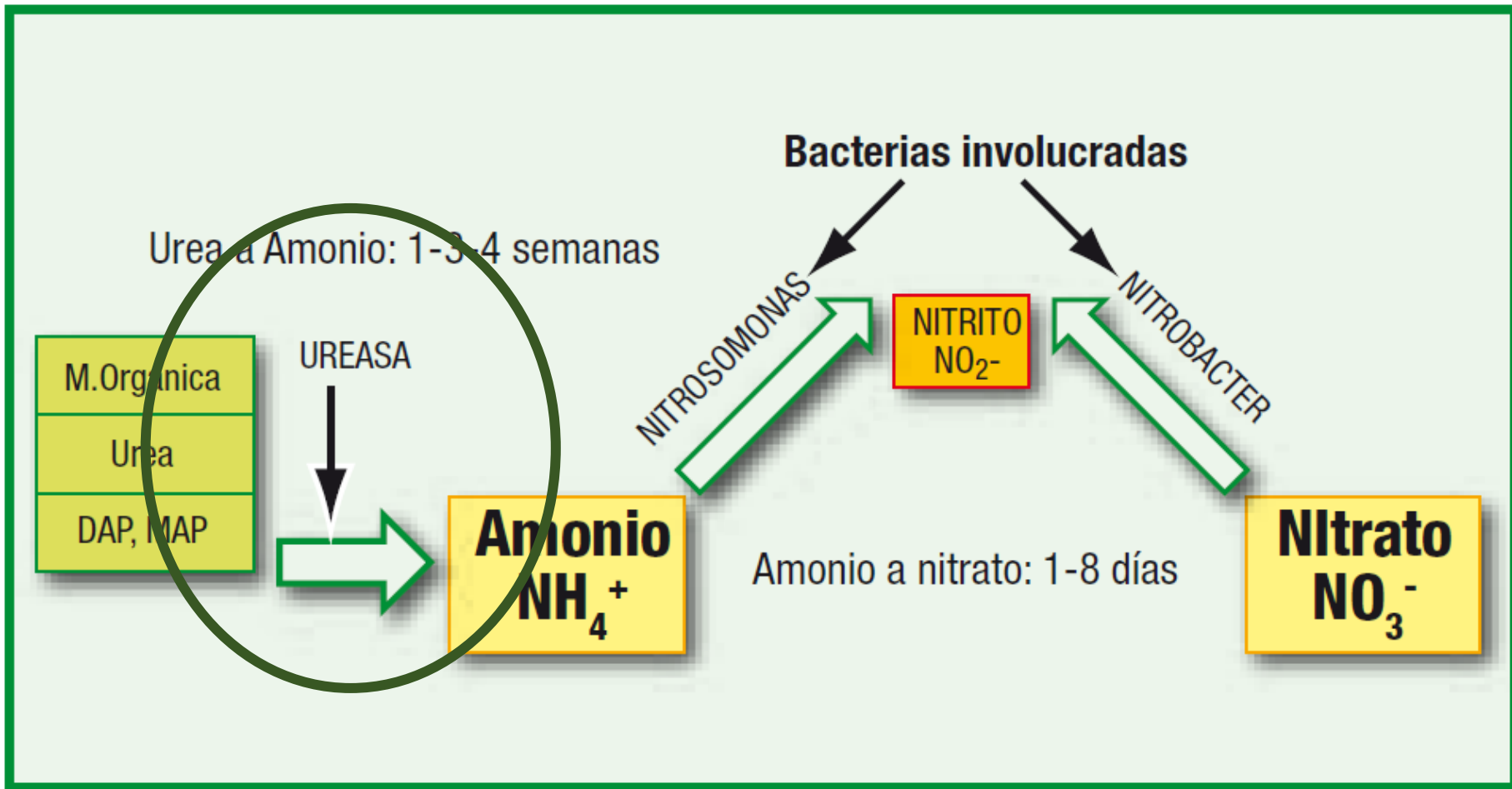
En aplicaciones al voleo de Urea el nitrógeno contenida en ella puede perderse hasta por efecto de la volatilización como amoniacó (NH_3)

*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

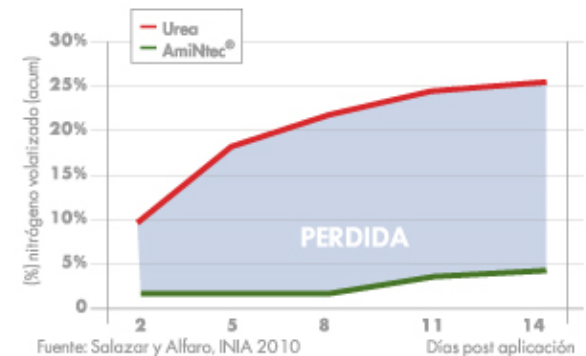
% N

AmiNtec

46

GURvotec

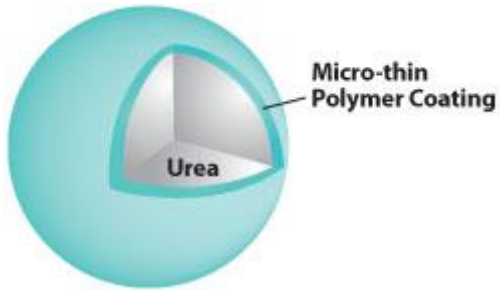
46



***Nitrógeno de liberación
controlada***

“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.”

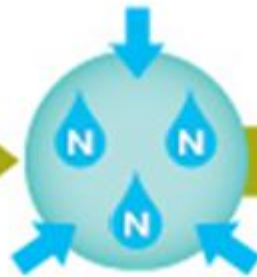
Declaración de Edimburgo sobre el nitrógeno reactivo. Edimburgo, 14 de abril de 2011



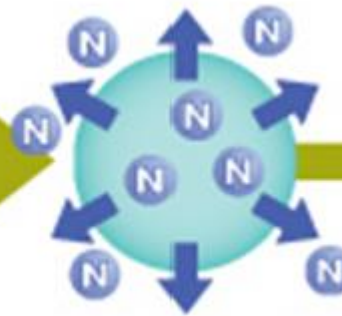
Principio básico de nitrógenos de lenta entrega



N se disuelve en la solución del gránulo



El agua se mueve a través de las capas



El nitrógeno se mueve a tras del polímero

N en la solución del suelo

Tecnología de gránulos de liberación controlada

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

4

***Población de
Plantas y
distancia entre
hilera***



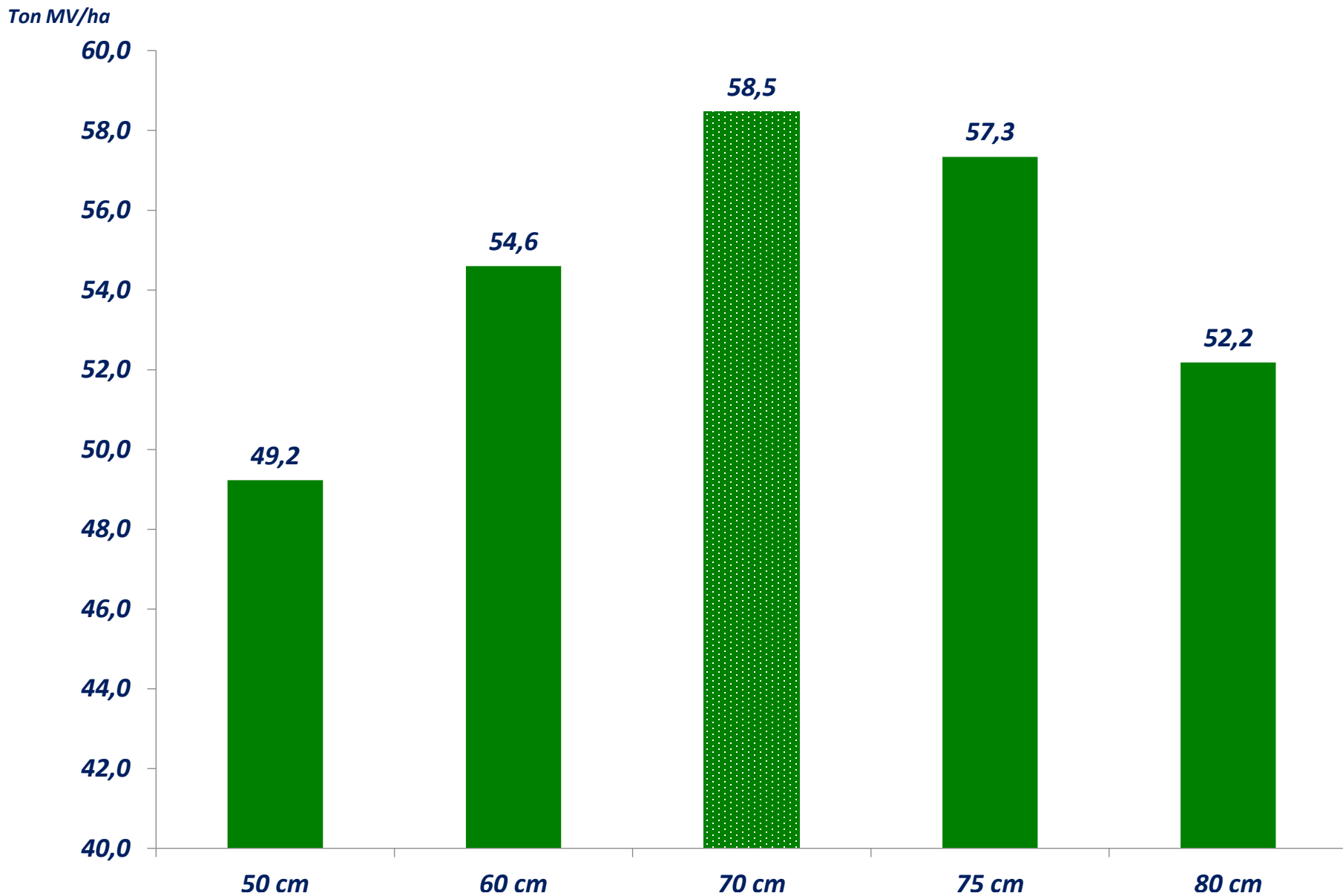






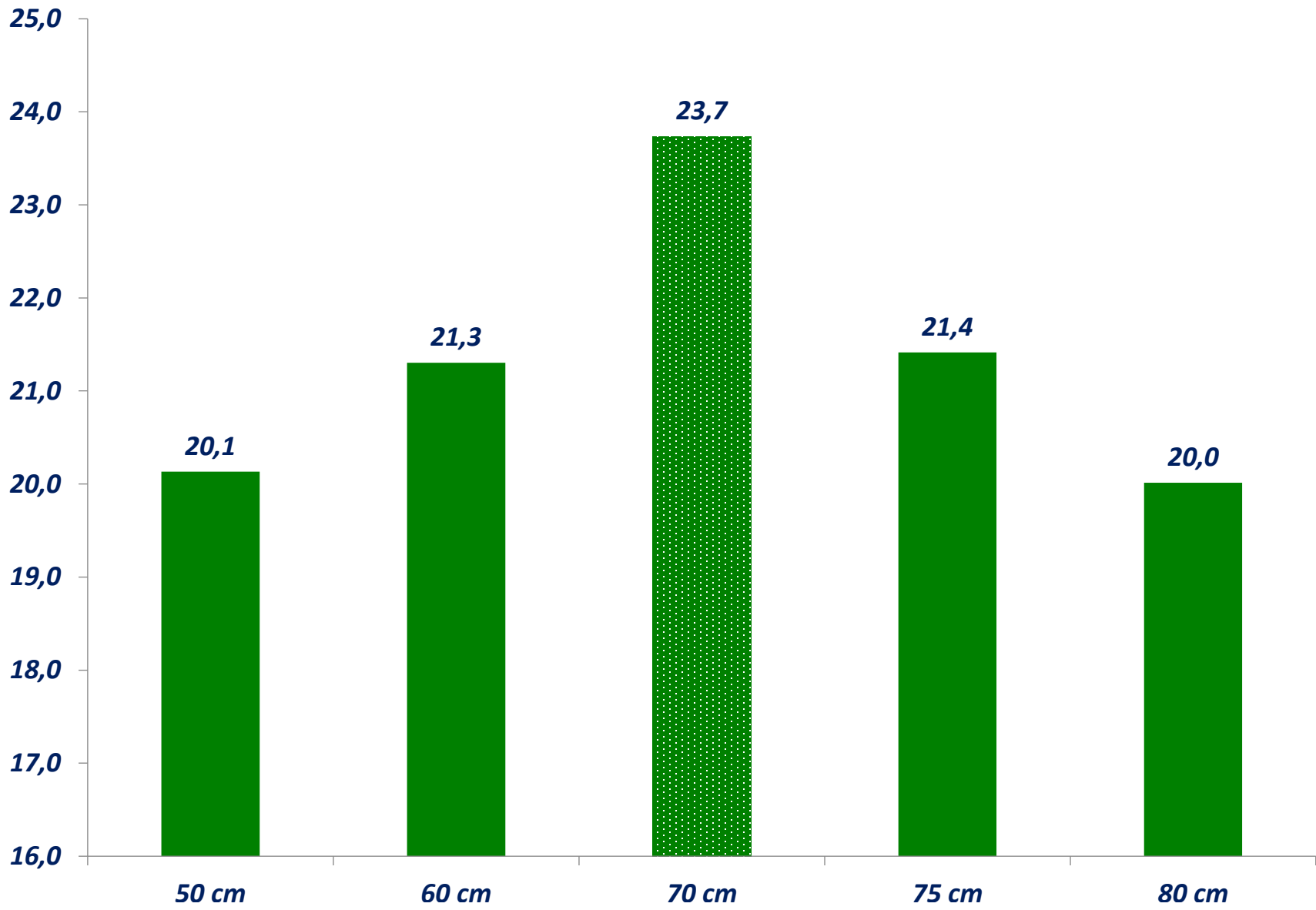


¿Qué distancia debo usar?



Efecto de la distancia entre hilera en la producción de forraje verde (Ton MV/ha)

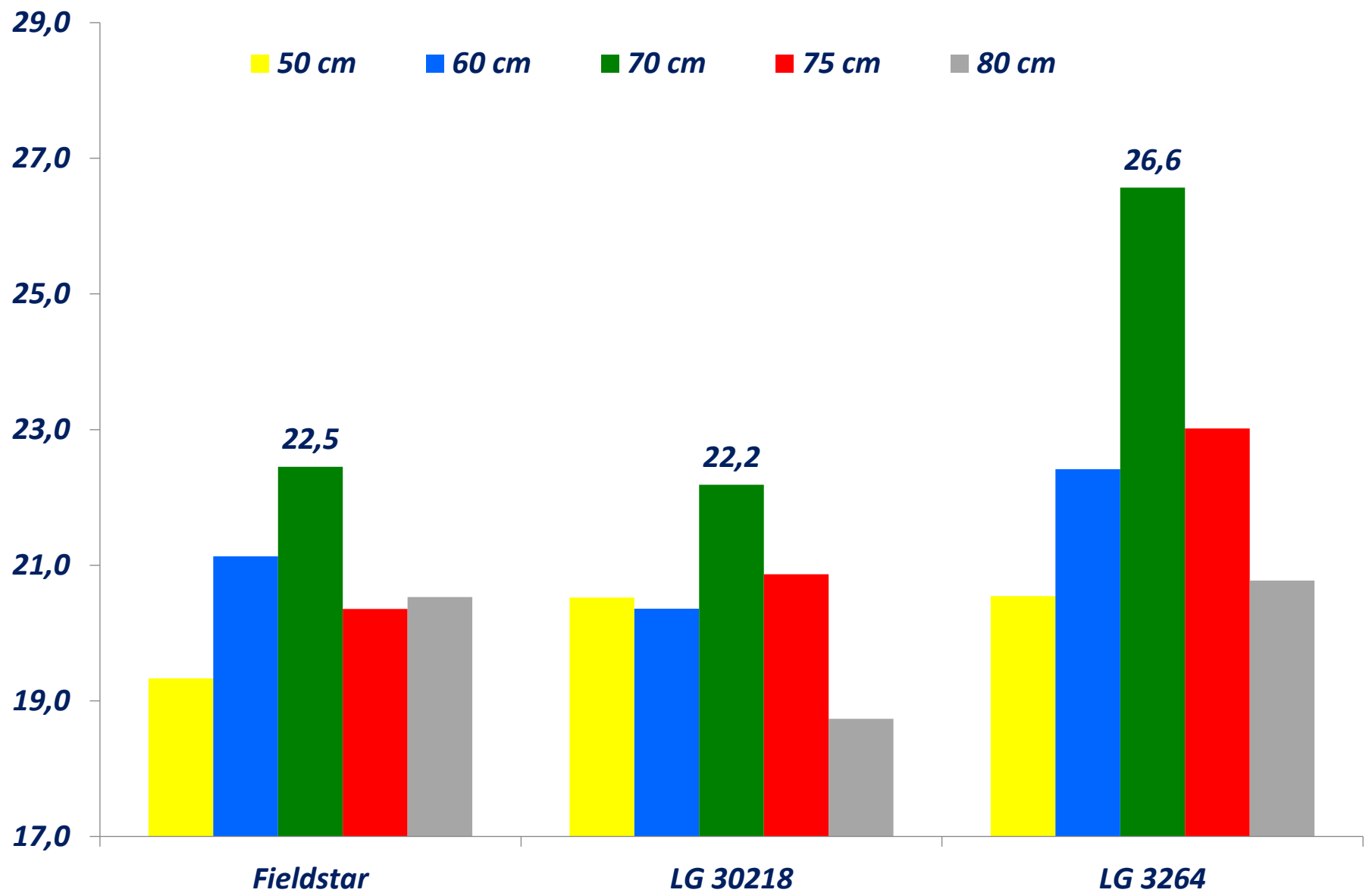
Ton MS/ha



Efecto de la distancia entre hilera en la producción de materia seca (Ton MS/ha)

Fuente: Demanet, 2014

Ton MS/ha



Efecto de la distancia entre hilera en la producción de materia seca (Ton MS/ha)

Fuente: Demanet, 2014

5

***Estrés
Temperatura y
Agua***







Toxicidad por aplicación de Herbicidas



Efecto combinado Helada Toxicidad Herbicida



AminoChem

Está compuesto por aminoácidos libres, extracto de algas *Ascophyllum nodosum*, nitrógeno, polisacáridos materia orgánica, extracto húmico totales y ácidos policarboxílicos.

MultiChem

Corresponde a una mezcla de macro y micronutrientes enriquecido con aminoácidos libres, extracto de algas *Ascophyllum nodosum*

Vigorum

***Bioestimulante a base de extracto de algas,
AATC y ácido fólico, que estimula la germinación,
desarrollo vegetativo, floración y crecimiento***

Efecto de la aplicación de Aminochem, Multichem y Vigorum en rendimiento de maíz grano húmedo. Maquehue, 2014/2015

<i>Tratamientos</i>	<i>kg grano/ha base 14,5%</i>
<i>Testigo</i>	<i>8.126</i>
<i>Aminochem 2,0 L/ha</i>	<i>12.088</i>
<i>Aminochem 3,0 L/ha</i>	<i>7.049</i>
<i>Multichem 3,0 L/ha</i>	<i>9.978</i>
<i>Multichem 4,0 L/ha</i>	<i>14.170</i>
<i>Vigorum 1,5 L/ha</i>	<i>14.819</i>
<i>Vigorum 2,0 L/ha</i>	<i>12.130</i>
<i>Promedio</i>	<i>11.194</i>
<i>Máximo</i>	<i>14.819</i>
<i>Mínimo</i>	<i>7.049</i>



6

Bioantagonistas

Algunos problemas que se han presentado en las ultimas temporadas

***Efecto del ataque de gusano del
choclo (*Heliothis zea* (Boddie))
en mazorcas de maíz.***





Presencia de pulgón negro
(Rhopalosiphum maidis (Fitch))
en mazorcas de maíz.





***Ataques severos de
Listronotus bonariensis (Kuschel).***





Ataques de Pájaros



Malezas

Echinochloa crusgalli var. crusgalli

Hualcacho

Sorghum halepense

Maicillo

Setaria spp



23 3 2007







7

Aditivos Biológicos





Cosecha de maíz para ensilaje







El ensilaje es una técnica de preservación de forraje que se logra por medio de la fermentación láctica bajo condiciones anaeróbicas

***Las bacterias epifíticas de ácido
láctico fermentan los
carbohidratos hidrosolubles
(CHS) del forraje, produciendo
ácido láctico y en menor
cantidad, ácido acético***

Al generarse estos ácidos, el pH del material ensilado baja a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción

Fase aeróbica

- ✓ *Tiene una duración de sólo pocas horas*
- ✓ *El oxígeno atmosférico disminuye debido a la respiración y a los microorganismos aeróbicos y aeróbicos facultativos como las levaduras y las enterobacterias.*

✓ *Hay actividad de varias enzimas vegetales, como las proteasas y las carbohidrasas, siempre que el pH se mantenga en el rango normal para el jugo del forraje fresco (pH 6,5-6,0).*

Fase de fermentación

- ✓ ***Se inicia en ambiente anaeróbico.***
- ✓ ***Dura días o semanas y depende de las características del material ensilado y condiciones de elaboración.***

- ✓ *Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad de las bacterias ácido lácticas proliferará y se convertirá en la población predominante.*
- ✓ *A causa de la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3,8 a 5,0.*

Fase estable

- ✓ ***Mientras se mantenga el ambiente sin aire, ocurren pocos cambios***
- ✓ ***La mayoría de los microorganismos de la Fase de fermentación lentamente reducen su presencia.***

Fase de deterioro aeróbico

Degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje, por acción de levaduras y ocasionalmente por bacterias que producen ácido acético. Aumento en el valor del pH

***Aumento de la temperatura y
la actividad de
microorganismos que
deterioran el ensilaje***

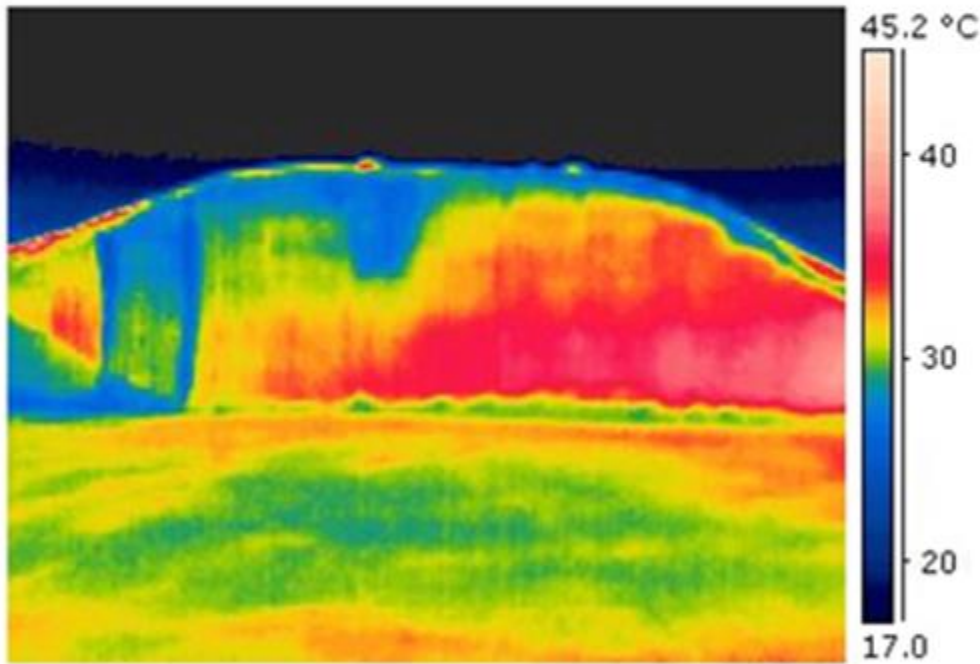
En este periodo hay actividad de microorganismos aeróbicos (facultativos) como hongos y enterobacterias.

El deterioro aeróbico ocurre en casi todos los ensilajes al ser abiertos y expuestos al aire.

La tasa de deterioro depende de la concentración y de la actividad de los organismos que causan este deterioro en el ensilaje



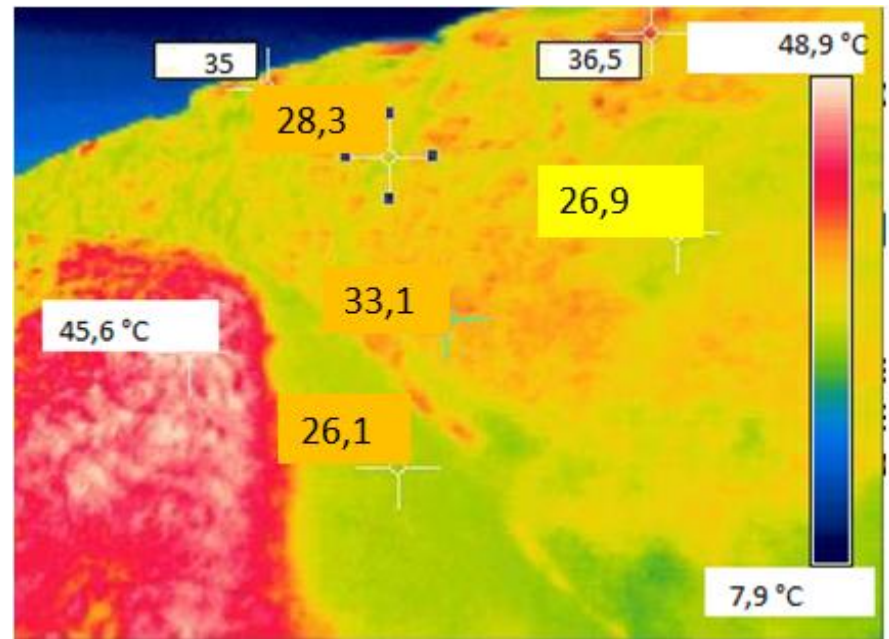
Uso de Termografía Infrarroja en Ensilaje de Maíz



RILEVAMENTO	
data	09/06/2006
ora	16.27
Temp. atmosferica	+ 17 °C
Tipo di Struttura	Trincea
Tipo di Insilato	Silomais
Trattamento	
Osservazioni	
	

***Fácilmente se puede observar las áreas de alta actividad y mayor temperatura
La temperatura ambiente es 17°C***

Ensilaje de mala consistencia con bolsas de calentamiento activo pueden ser fácilmente observadas en ensilajes que no se inoculan con aditivos biológicos.



¿Que producto puede acelerar el proceso de fermentación ácido láctica en el ensilaje y reducir el impacto aeróbico en la apertura del ensilaje?

Aditivos biológicos

La fermentación del ensilaje ocurre naturalmente bajo condiciones anaeróbicas debido a la población natural de bacterias en la planta

***La rapidez con que disminuye el pH
afecta la cantidad de azúcares utilizados
por las bacterias, la preservación de la
proteína verdadera, la cantidad de
ácidos láctico, acético y etanol, y
finalmente la calidad del ensilado***

¿Qué son los aditivos biológicos?

Los inoculantes biológicos contienen bacterias seleccionadas para dominar la fermentación de los cultivos en el ensilaje

*Se dividen en dos categorías
dependiendo de como fermentan un
azúcar común en la planta, la glucosa:*

- ✓ *Homofermentadores*
- ✓ *Heterofermentadores*

Homofermentadores: producen solo ácido láctico y dentro de ellos se encuentran especies de Lactobacillus como Lactobacillus plantarum, y especies de Pediococcus spp, y Enterococcus spp.

***Las bacterias heterofermentativas
producen ácido láctico, ácido acético o
etanol, y bióxido de carbono,***

***Lactobacillus buchneri es una bacteria
heterofermentativa***

En los inoculantes homofermentadores el cambio hacia ácido láctico puede generar en el ensilaje de maíz, cereales de grano pequeño y otros, una mayor susceptibles a calentarse durante el proceso de remoción del silo

La estabilidad aeróbica se reduce

Con *Lactobacillus buchneri* la estabilidad aeróbica es consistentemente mejorada en los ensilados y maíces de alta humedad.

La mayor concentración de ácido acético producido por *Lactobacillus buchneri* reduce el crecimiento de levaduras y hongos que provocan que el ensilado se caliente y pudra cuando es abierto para el consumo

Es evidente que son muchos los factores que influyen en el incremento del deterioro aeróbico

- ✓ ***Alto contenido de materia seca***
- ✓ ***Alto contenido de azúcar***
- ✓ ***Compactación inadecuada***
- ✓ ***Sellado inadecuado***
- ✓ ***Apertura demasiado temprana***
- ✓ ***Alta temperatura ambiente***
- ✓ ***Baja frecuencia de retiro del material***
- ✓ ***Uso de maquinaria de excavación***
- ✓ ***Mal diseño de silos***

Tipos de Inoculantes

Primera generación

*Son inoculantes que contiene bacterias
homofermentativas y donde predomina
el uso de **Lactobacillus plantarum***

Segunda generación

*Son inoculantes que contiene bacterias
homo y heterofermentativas donde se
incluye además **Lactobacillus buchneri***

Tercera generación

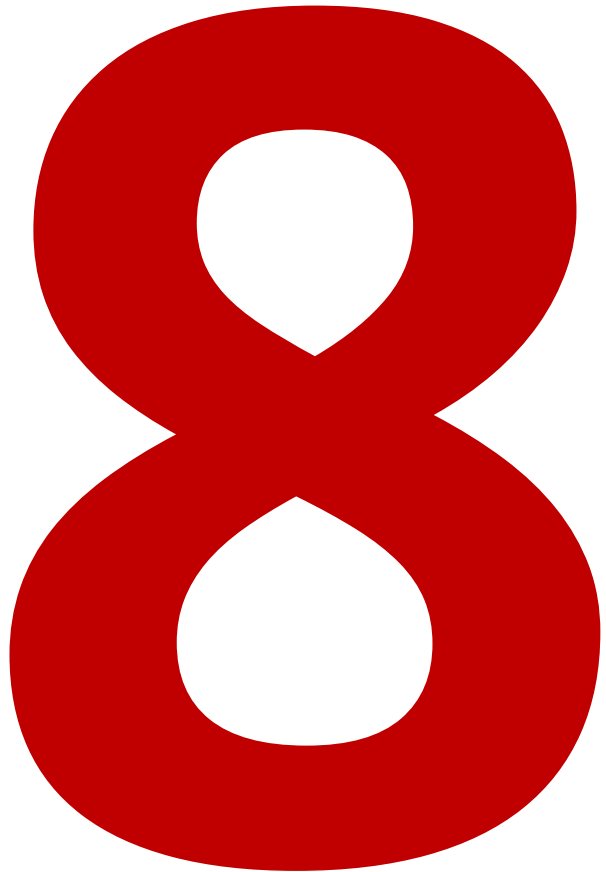
***Son inoculantes que contiene bacterias
homo y heterofermentativas de alta
versatilidad***

Composición de aditivos utilizados en ensilaje de Maíz

<i>Aditivo</i>	<i>Enzimas</i>	<i>L. plantarum</i>	<i>L. buchneri</i>	<i>L. acidophilus</i>	<i>L. curvatus</i>	<i>L. lactis</i>	<i>E. faecium</i>	<i>P. acidilactici</i>	<i>P. pentosaceus</i>
<i>Lactosilo Gold</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>FeedTech F20</i>		X				X	X	X	
<i>FeedTech Custom Chop</i>		X				X	X		X
<i>FeedTech Silage F600</i>		X	X						
<i>Silosolve AS</i>		X	X				X		
<i>Biomax 5</i>									
<i>Lalsil CL</i>		X						X	
<i>Lalsil AS</i>			X						
<i>11C33 (Pioneer)</i>		X	X				X		
<i>Maiz All</i>	X								
<i>Josilac Combi</i>			X					X	

Concentración de UFC según recomendación de uso del fabricante

<i>Aditivo</i>	<i>Envase (g)</i>	<i>Ton forraje/envase</i>	<i>UFC/gramo forraje</i>
<i>Lalsil AS</i>	<i>50</i>	<i>100</i>	<i>50.000</i>
<i>Lalsil CL</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>65.000</i>
<i>FeedTech Custom Chop</i>	<i>100</i>	<i>200</i>	<i>91.000</i>
<i>FeedTech F20</i>	<i>1.163</i>	<i>200</i>	<i>93.040</i>
<i>Biomax 5</i>	<i>50</i>	<i>50</i>	<i>100.000</i>
<i>Maiz All</i>	<i>250</i>	<i>50</i>	<i>105.000</i>
<i>11C33 (Pioneer)</i>	<i>50</i>	<i>50</i>	<i>110.000</i>
<i>Lactosilo Gold</i>	<i>100</i>	<i>63</i>	<i>111.111</i>
<i>Silosolve AS</i>	<i>100</i>	<i>50</i>	<i>150.000</i>
<i>FeedTech Silage F600</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>200.000</i>
<i>Josilac Combi</i>	<i>150</i>	<i>50</i>	<i>300.000</i>



***Compactación y
Sellado***

La mala compactación y sellado generan importantes pérdidas en la parte superior de los ensilajes

**En la compactación se busca lograr una
densidad superior a 250 kg MS/m³**

Efecto de la compactación en la reducción de pérdidas de MS

kg/m³	% Perdida de MS
160	20
192	18
225	16
255	14
285	12
340	10

Fuente: Ruppel, 1992

**Con el sellado se busca obtener la mejor
condición anaeróbica**

**Un centímetro de pérdida visible en la
capa superior de un silo, son dos
centímetros de pérdida real**



**El uso de doble plástico permite reducir
las perdidas en 50%**



Importancia del Sellado

Lo que hay que considerar

Si la capa superior presenta 10 centímetros de forraje visible deteriorado

**Son 20 centímetros
de pérdida de forraje**

Superficie de sellado : 8 x 50 m

Pérdida profundidad : 20 cm

Pérdida total : 80 m³

1 m³ de ensilaje	: 220 kg MS
80 m³ de ensilaje	: 17.600 kg MS
Valor 1 kg MS	: \$ 80/kg
Pérdida por silo	: \$ 1.408.000

La pérdida es 20 cm + 20 cm = 40 cm





9

Calidad del ensilado

Parámetros de calidad Esperados en los ensilajes de maíz

Parámetro	Nivel esperado en el Ensilaje
% Materia seca	33% - 35 %
% FDN	35% - 40%
EM (kg cal/kg)	2,80 - 3,20
Digestibilidad de FDN	70% - 75%
Contenido de Almidón	35% - 40%



Algunos factores que limitan el crecimiento, desarrollo y calidad del maíz para ensilaje

Rolando Demanet Filippi
Dr. Ingeniero Agrónomo
Universidad de La Frontera

Los Ángeles, 2 de Noviembre de 2015