



Knowledge grows

Nutrición del Tomate

Daniel Guzmán

Yara México

19 de Abril, 2012



Nutrición del Tomate

El rol de los nutrientes



Resumen de Nutrientes – Efectos en rendimiento y calidad

	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Fe	Cu	Mn	Mo	Zn
CUAJA DE FRUTO	▲	▲					▲				▲	▲
CRECIMIENTO DE FRUTO	▲						▲					▲
RENDIMIENTO	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
MADURACIÓN	▼	▲	▲	▲	▲		▲					▲
COLOR	▼		▲	▲								
FIRMEZA	▲		▲	▲			▲					
VIDA DE ANAQUEL	▼		▲	▲			▲					
ARROSETADO				▼			▼					
TSS	▲	▲	▲	▲		▲			▲			
ACIDEZ			▲									
FRUTO BLANDO	▲		▼									
BER	◊		▲	▼								
ASPECTO DORADO	◊		▼	▲								
CRACKING				▼			▼					
SUNSCALD	▼		▼									
ENFERMEDADES	◊		▼	▼			▼					
TEJIDO INTERNO BLANCO			▼									
CORKINESS							▼					

INCREMENTO



REDUCCIÓN

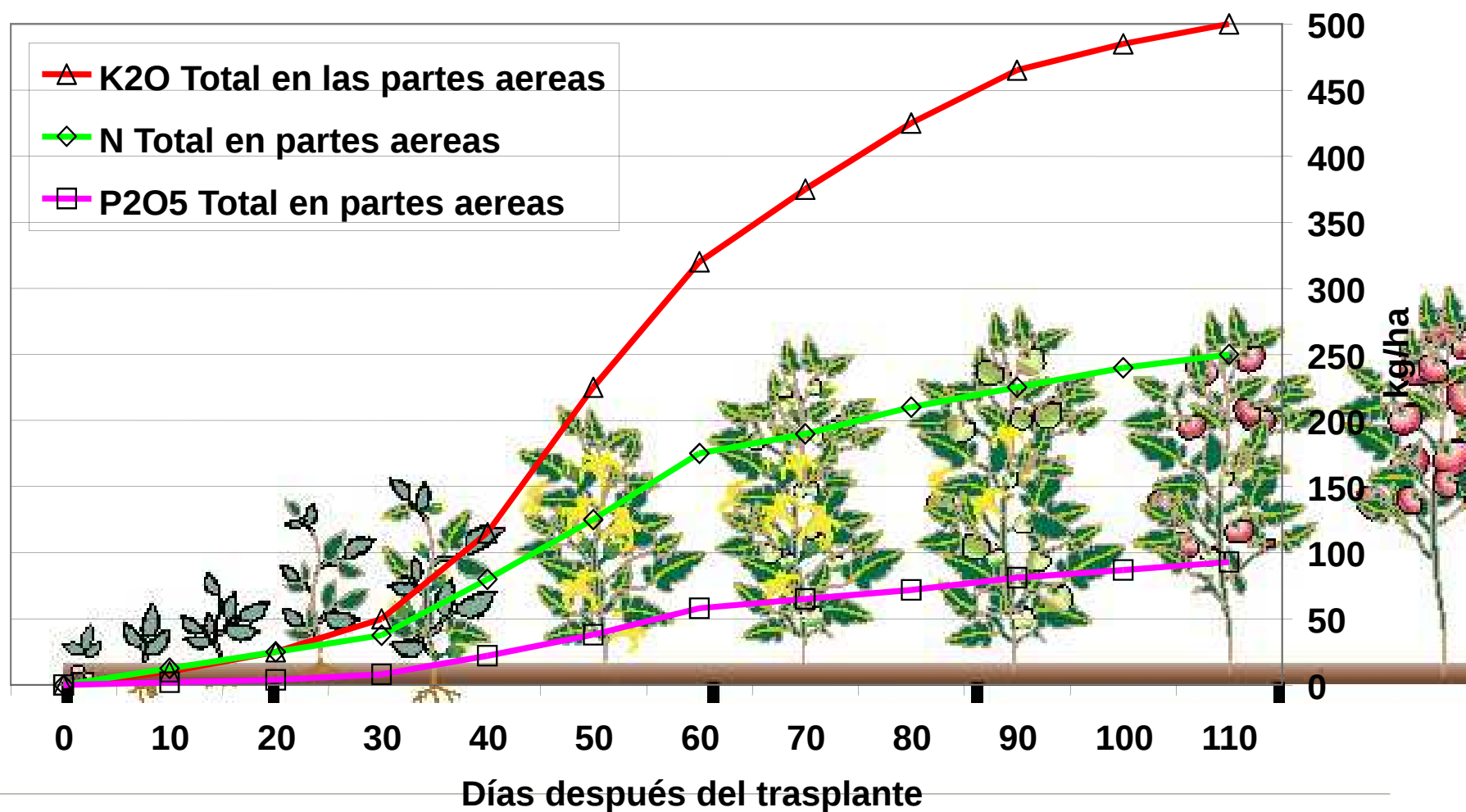


NEUTRAL



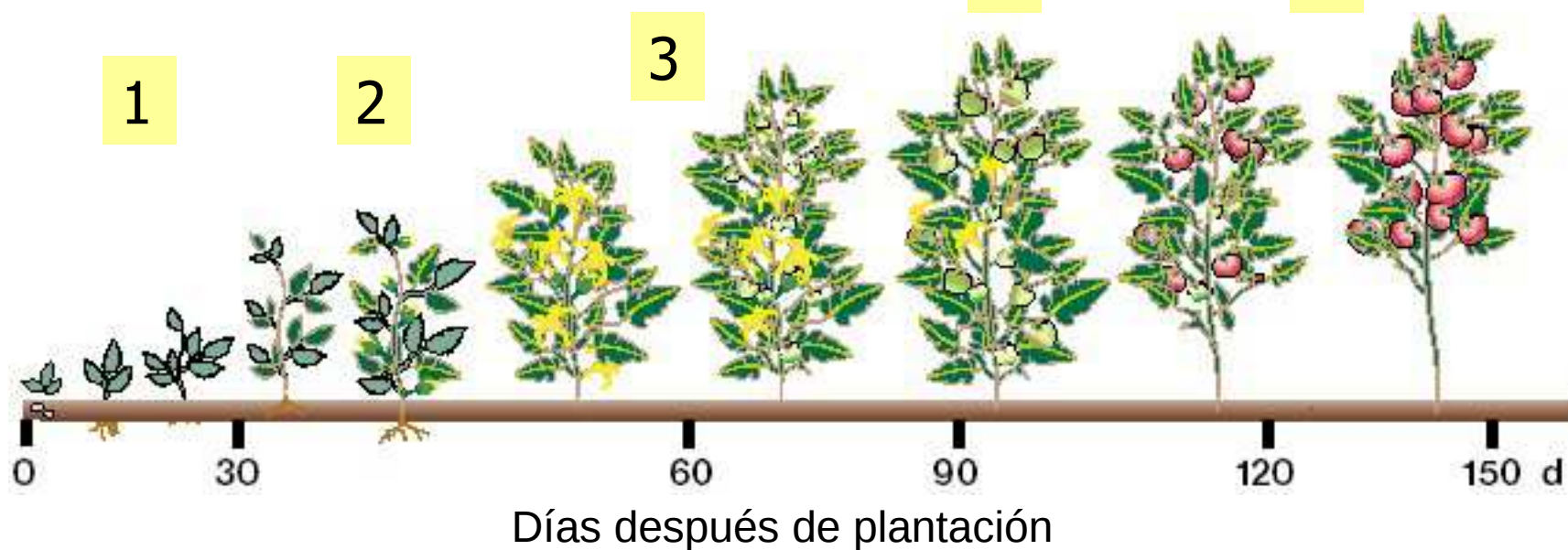
Curvas de absorción– N,P,K total

Curvas de absorción de N, P y K en tomate



Fases fenológicas

- 1 Establecimiento de plantas jóvenes
- 2 Desarrollo y crecimiento vegetativo
- 3 Primera floración e inicio de fructificación
- 4 Desarrollo de la primera fructificación
- 5 Maduración de la primera fructificación



Fuente: SQM Mexico , folleto técnico

Absorción de nutrientes de Tomate

- Absorción de nutrientes- tomate para proceso en Grecia

	Promedio de absorción de nutrientes de la parte aerea (kg/ha)	Basado en 121 Tn de frutos rojos/ha (kg/Tn de frutos rojos)
N	285	2.36
P₂O₅	64	0.53
P	28	0.23
K₂O	377	3.12
K	313	2.59
CaO	283	2.34
Ca	203	1.68
MgO	124	1.02
Mg	74	0.61

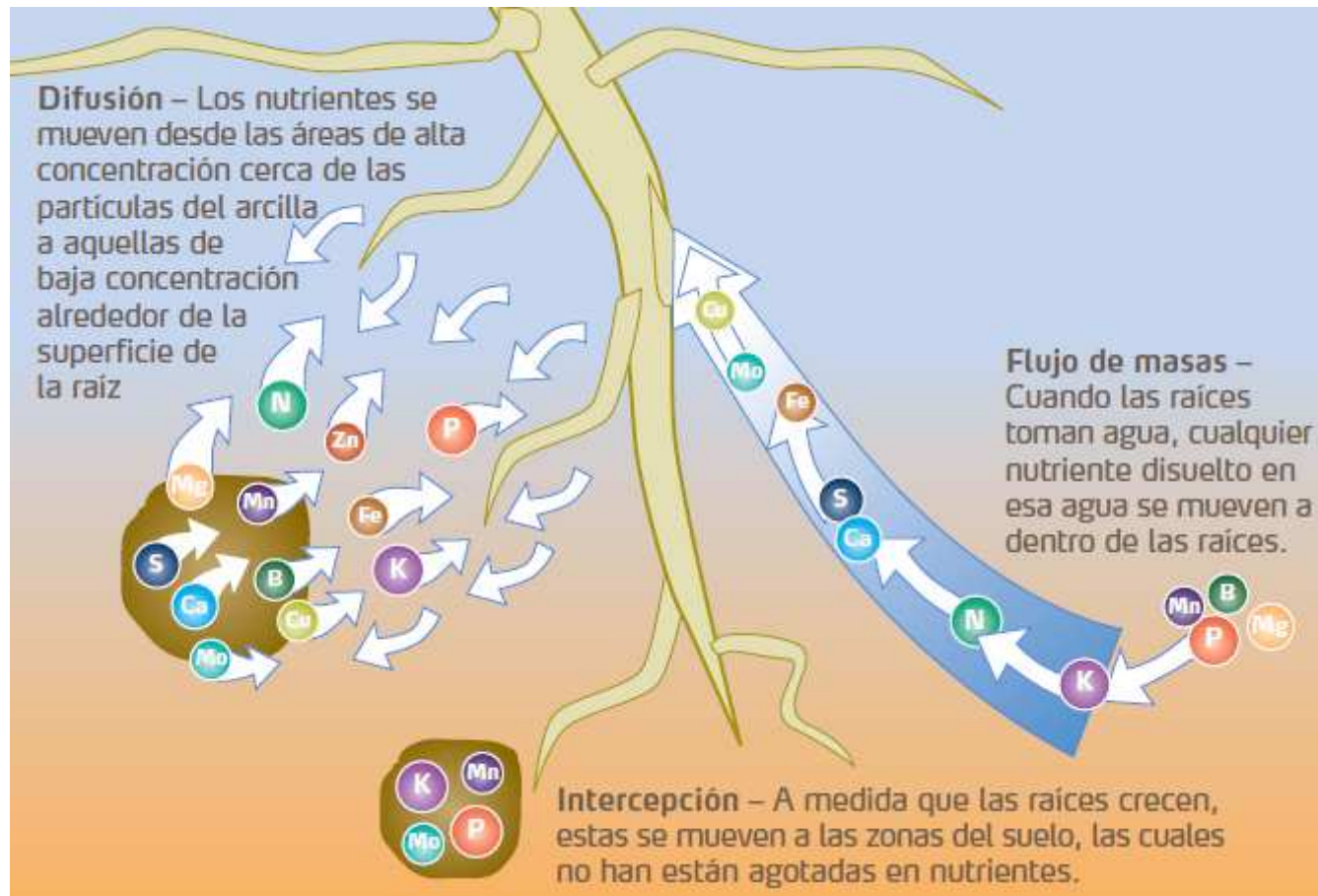
Fuente: Christou et al, 1999. Nutrient uptake by processing tomato in Greece. IWI Proc 6th ISHHS Symp on the Processing Tomato. Acta Hort 487: 219-223.

Nutrición del Tomate

Nitrógeno

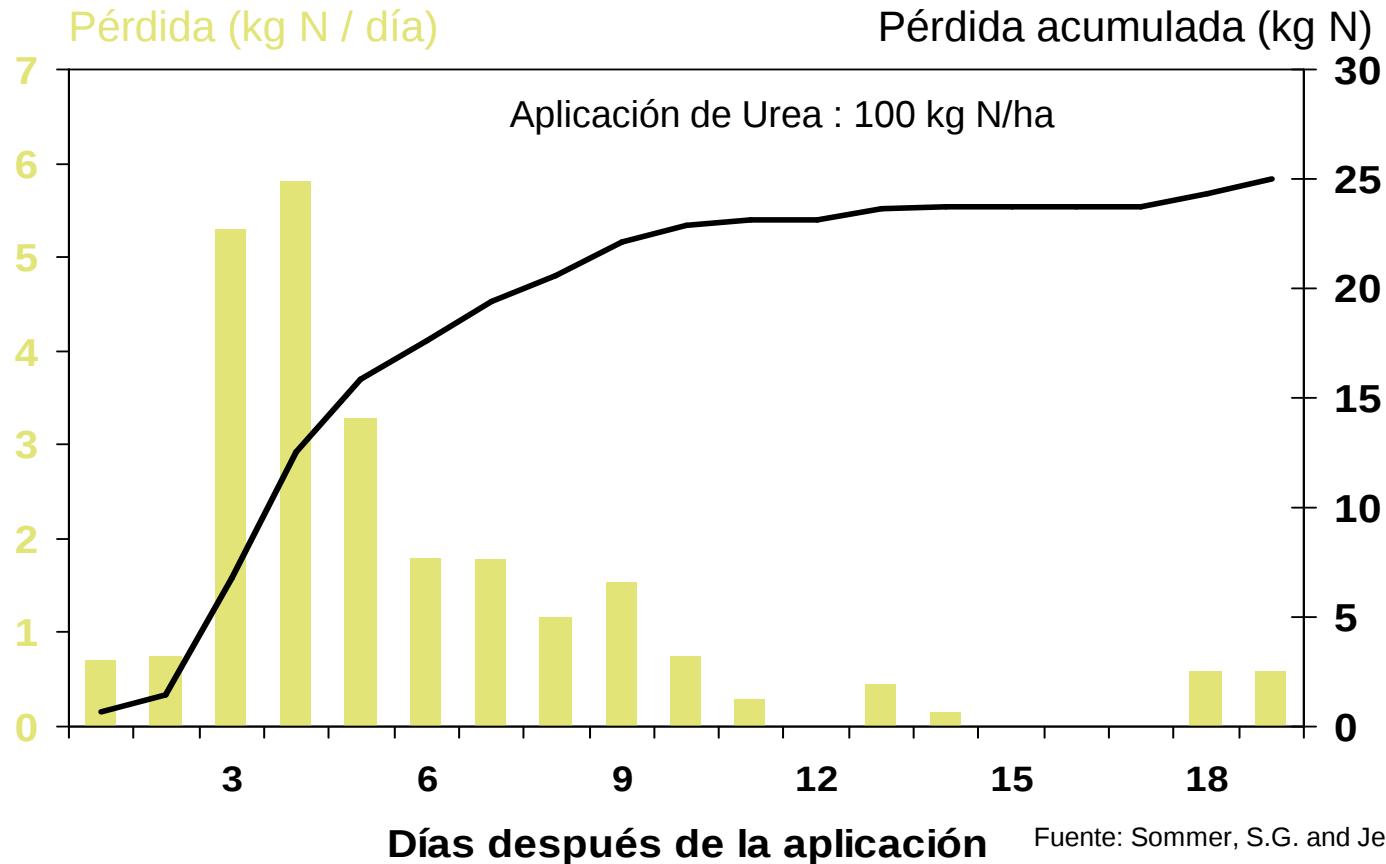


Los cultivos absorben más N como Nitrato 79% del N absorbido por flujo masal



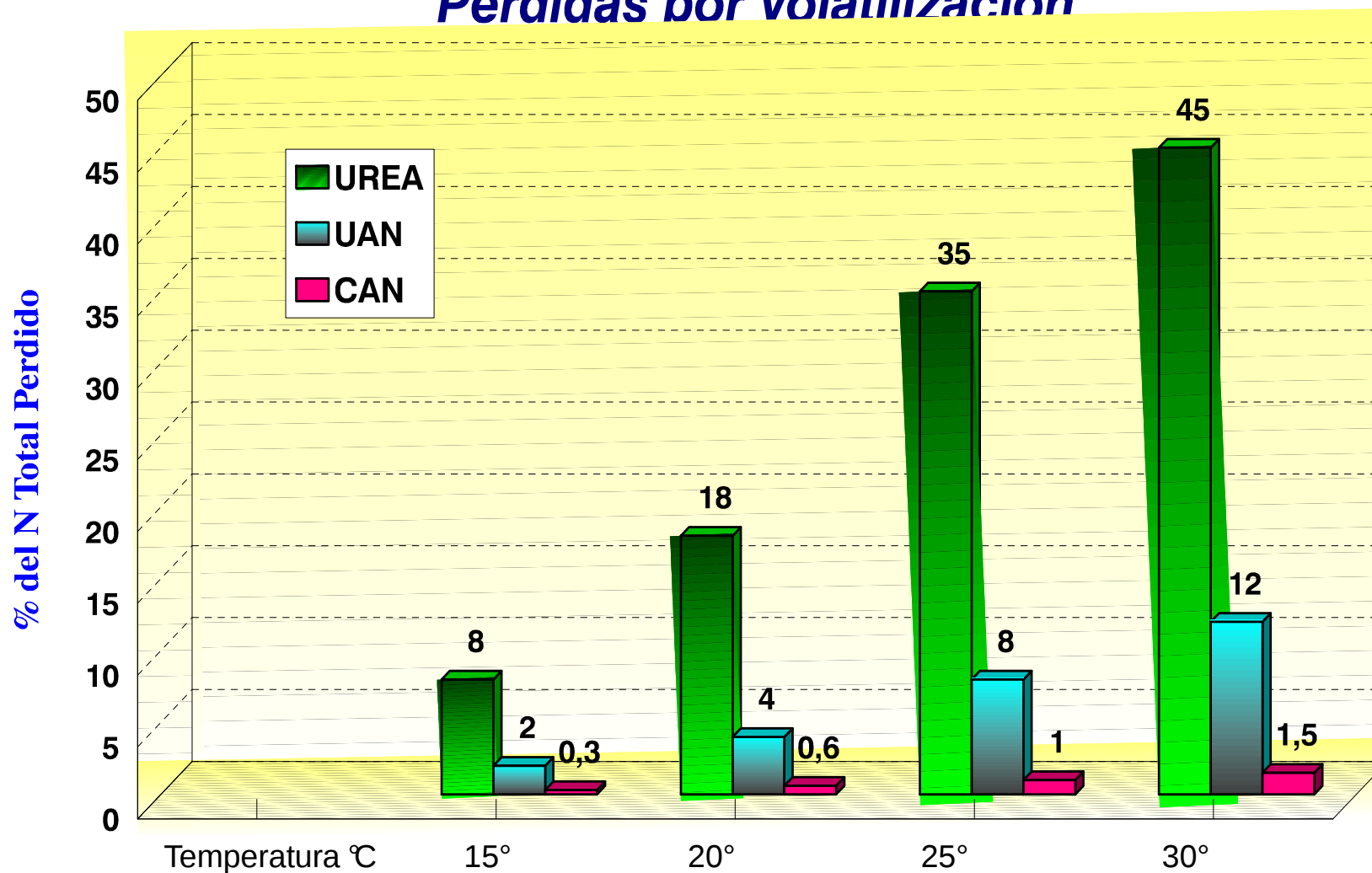
Las mayores pérdidas de moníaco ocurren durante los primeros días después de la aplicación de Urea

- Ejemplo de clima templado (Dinamarca)



FUENTES NITROGENADAS en SD MAIZ

Pérdidas por Volatilización



Factores que favorecen las pérdidas de N por volatilización de amoníaco

- pH:
 - ✓ Valores elevados de pH.
 - ✓ Las pérdidas también se producen a bajos pH.
- Capacidad de intercambio catiónico (CIC):
 - ✓ En suelos de baja CIC que no retienen NH_4^+
- Temperaturas medias a elevadas.
- Viento
- Presencia de rastrojo en superficie: Siembra Directa

Mayor eficiencia con CAN debido a menor pérdida por volatilización



CAN
75 kg N/ha



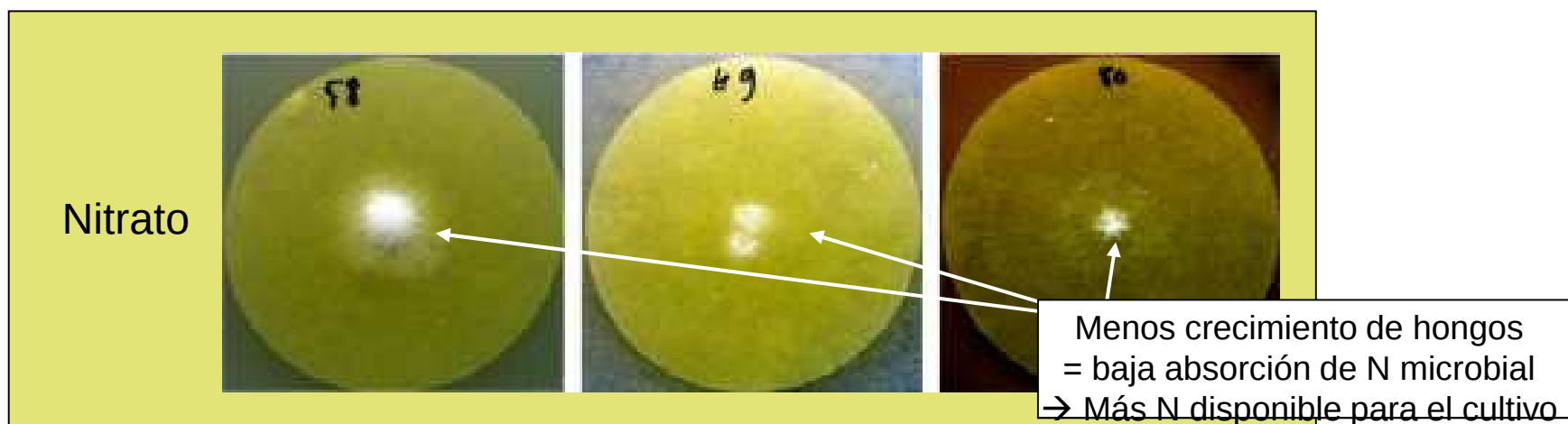
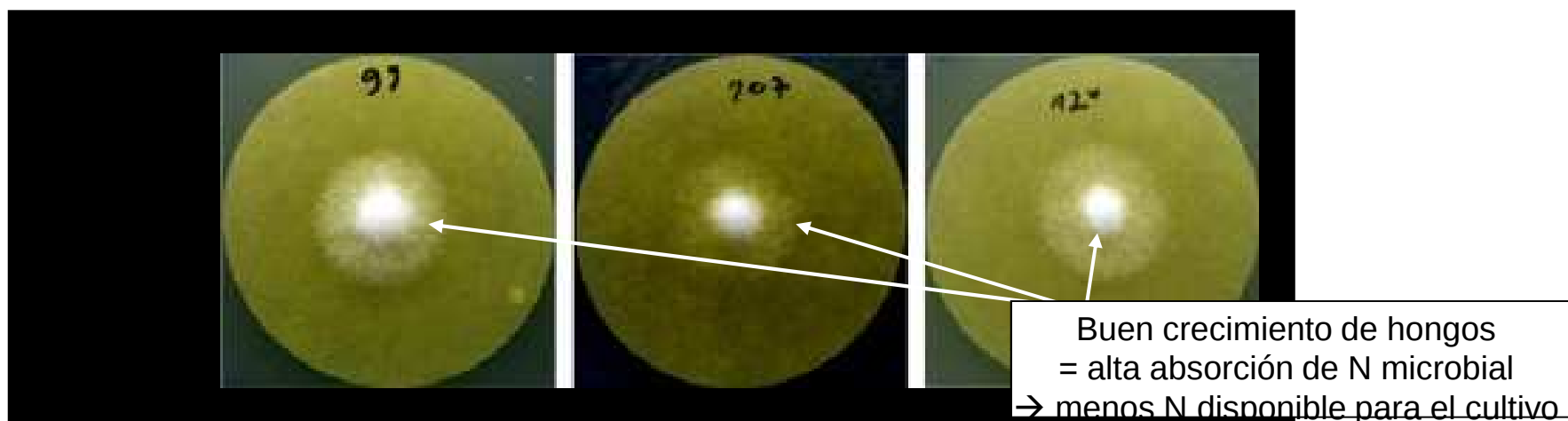
Urea
75 kg N/ha



Mezcla base Urea

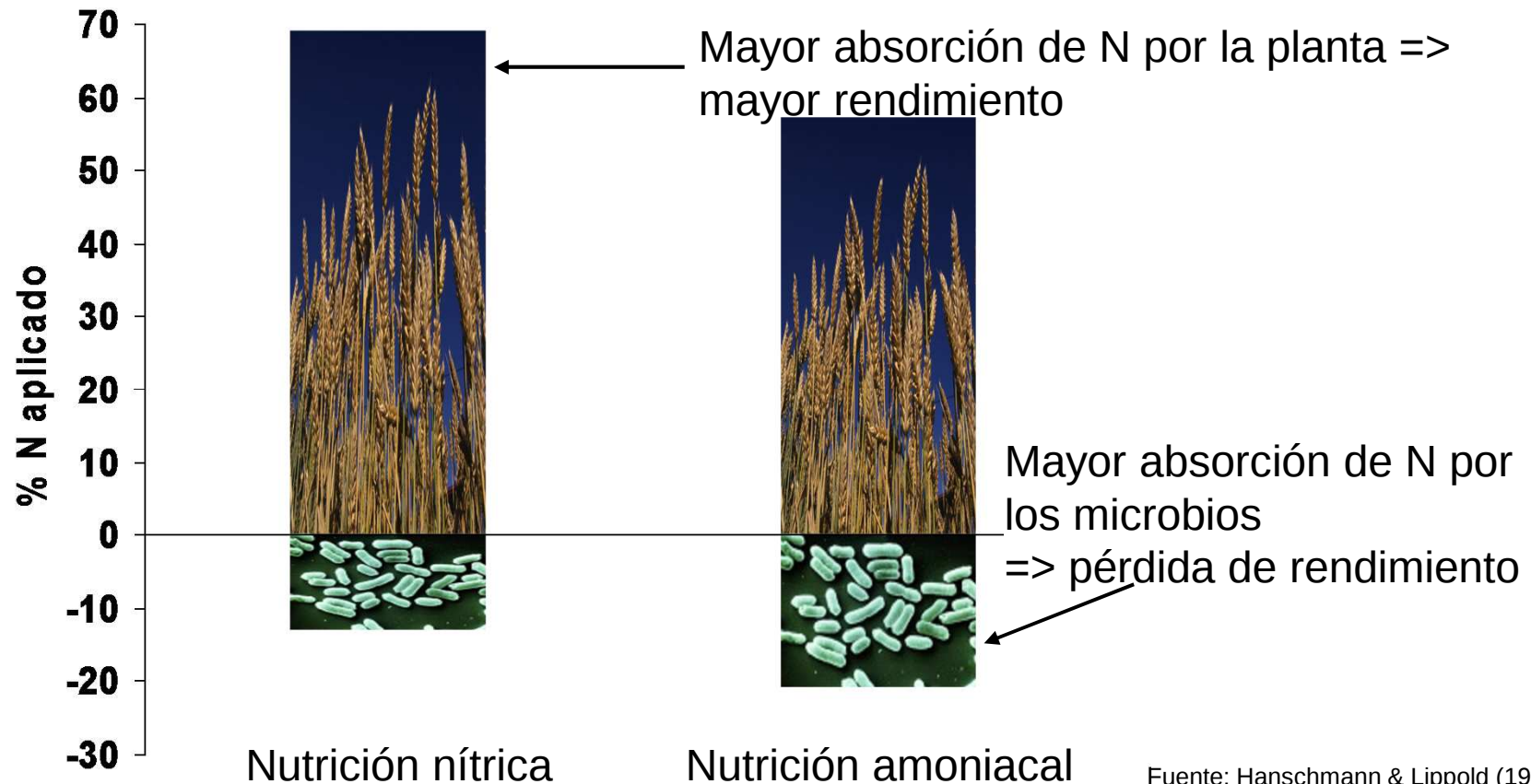
Microorganismos del suelo crecen mejor con Urea

Ejemplo: *Fusarium oxysporum* (hongo) en ensayo en laboratorio



Nutrición nítrica reduce la inmovilización e incrementa la absorción de N

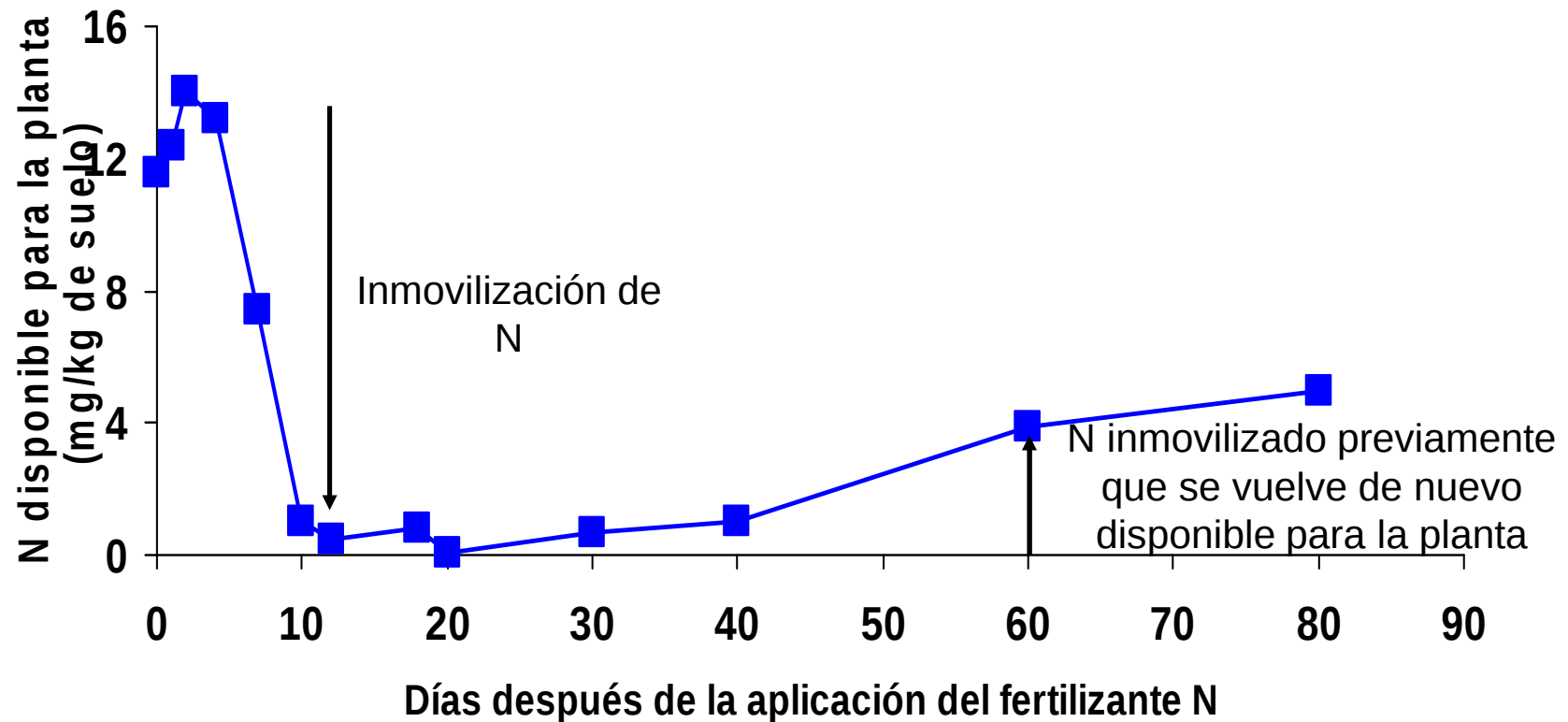
- Los microbios prefieren amonio como fuente de N, ya que la absorción y el metabolismo de amonio consume menos energía



Fuente: Hanschmann & Lippold (1987)

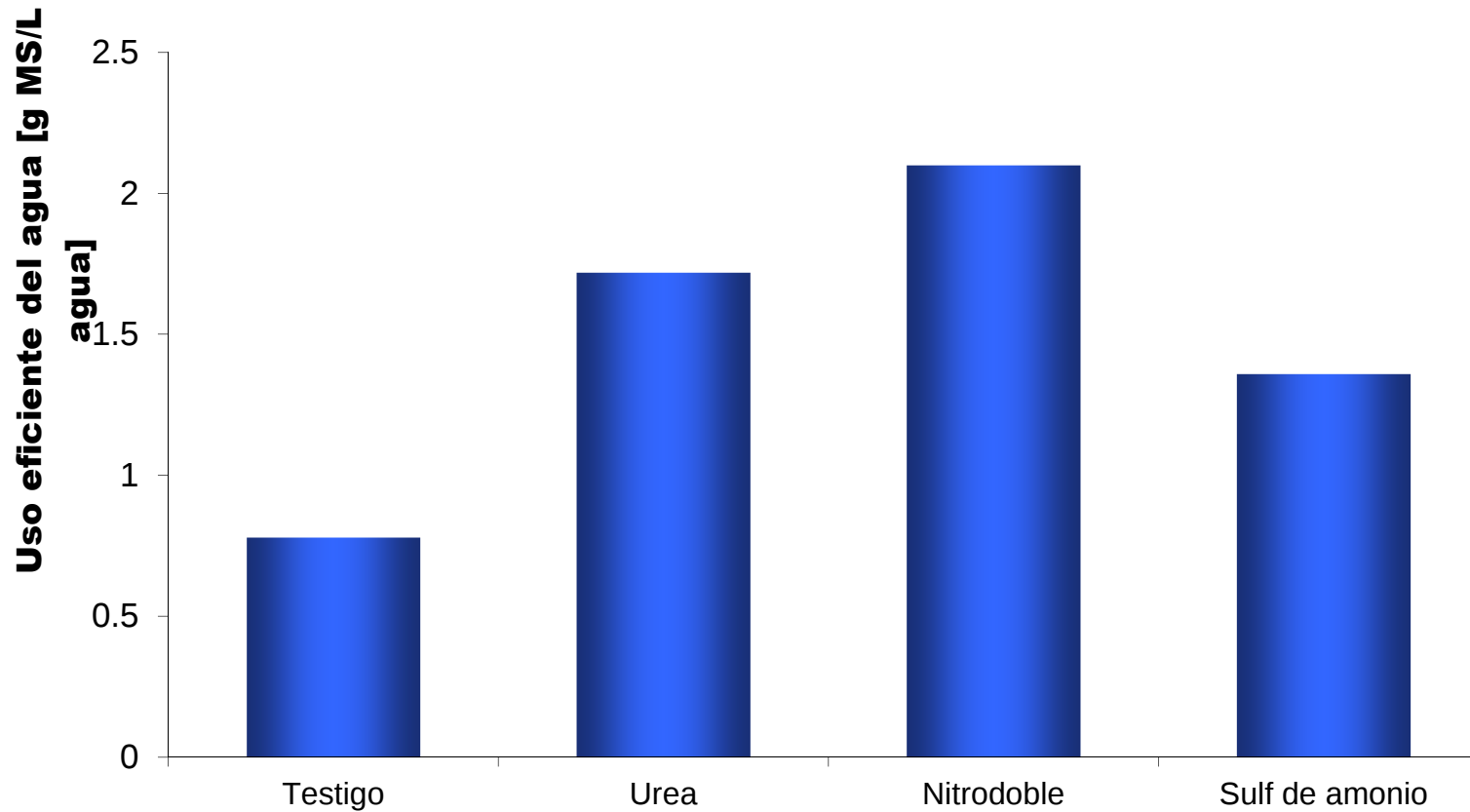
Inmovilización de fertilizante N ocurre rápidamente después de la aplicación de N

- Solamente una pequeña parte del N inmovilizado se vuelve disponible para la planta durante el periodo de crecimiento



Fuente: Appel & Brúnet (1995)

Eficiencia en el uso del agua absorbida



Uso eficiente del agua: rendimiento en grano (g)/ consumo de agua (L) de grano listo para madurar

Quelle: IPU, 2007-DE-NFO-G-17

Tolerancia al Estrés Hídrico (humedad 5% sobre PMP)



Amonio

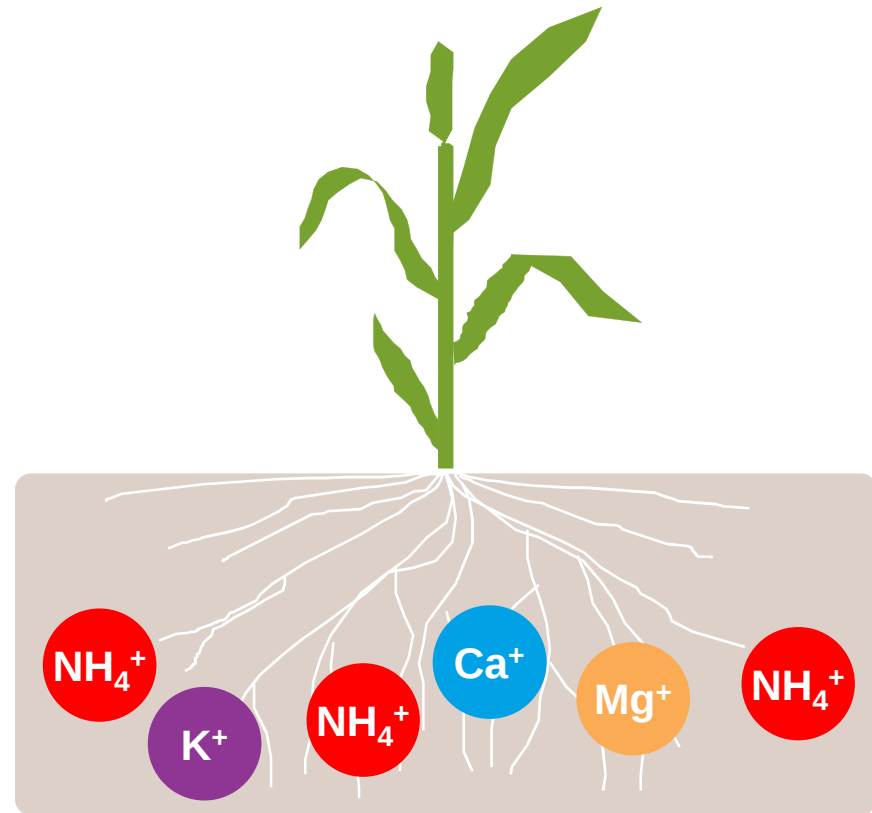
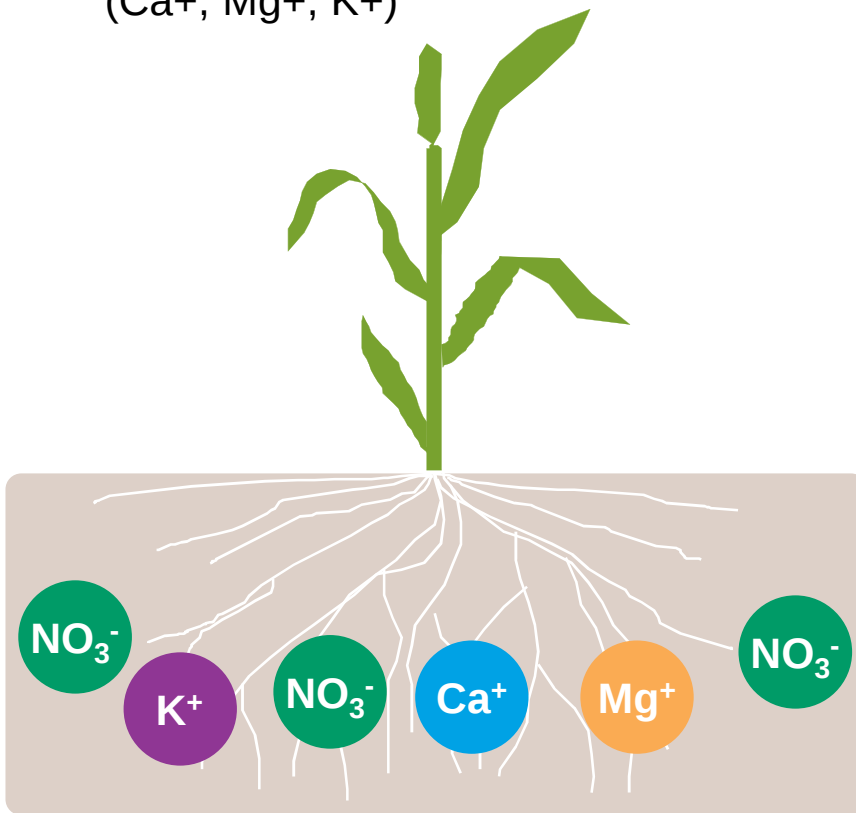
Nitrato

Urea

Quelle: IPU, 2007-DE-NFO-G-58

Los nitratos ayudan a absorber otros nutrientes

- Los nitratos (NO_3^-), con sus cargas negativas pueden ayudar a absorber los nutrientes con cargas positivas (Ca^+ , Mg^+ , K^+)
- El amonio con su carga positiva (NH_4^+) puede dificultar la absorción de otros nutrientes cargados positivamente



Mejor crecimiento de raíz con Nitratos

- Hay una clara evidencia de mejor crecimiento de raíz en diferentes cultivos donde se aplicaron nitratos (en concentraciones comunes) en suelos agrícolas



Fuente: Gerendás et al., 1997



Fuente: RC Hanninghof, 2004

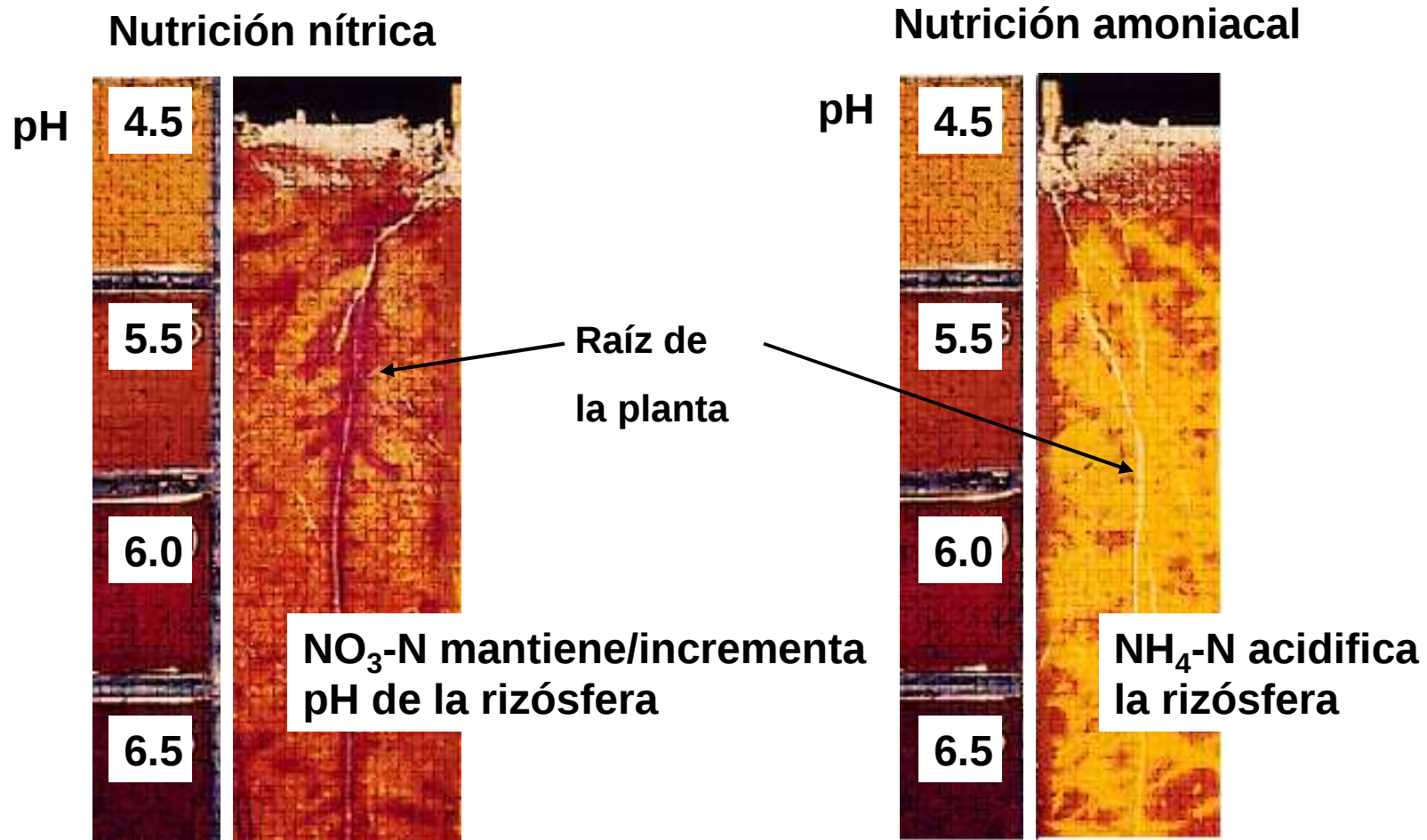
El Amonio puede llegar a ser tóxico para las plantas

- Altas aplicaciones de Urea en condiciones favorables para la formación de amonio puede causar severos daños, en particular en plantas jóvenes
- El ejemplo de abajo muestra el 90% de la reducción en la germinación por toxicidad por amonio.

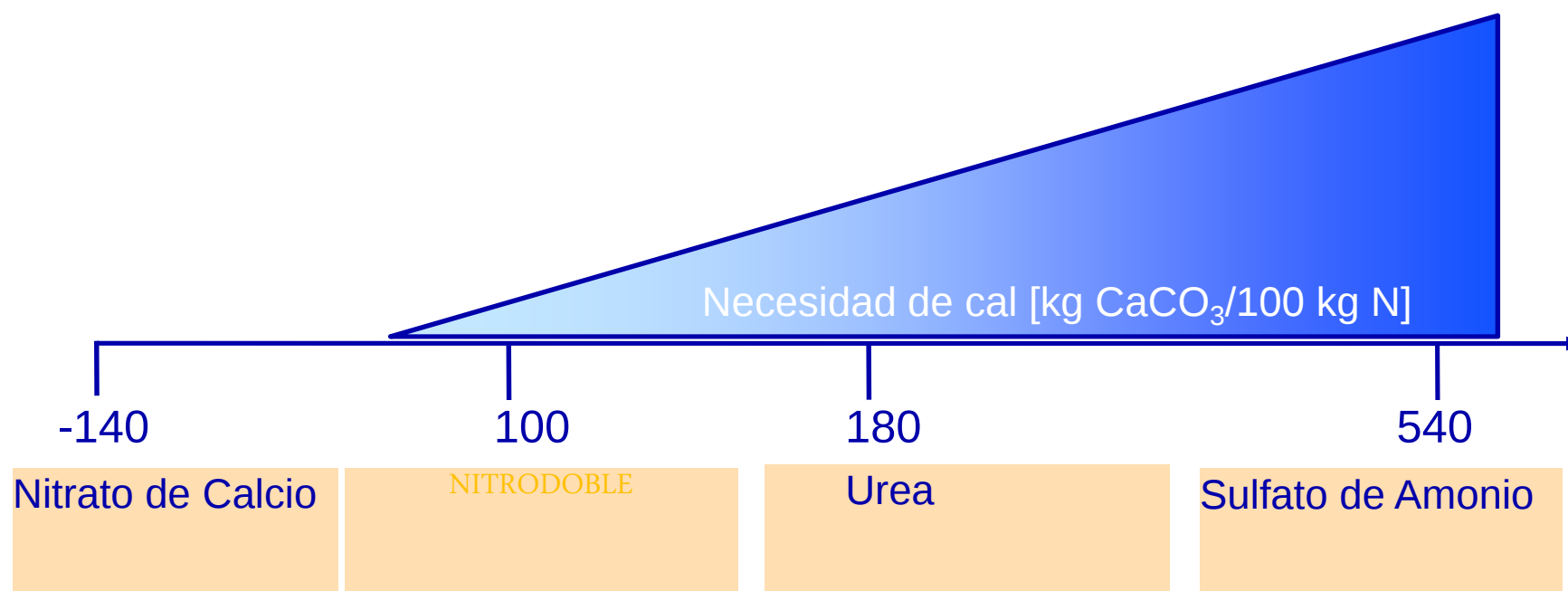


¡Urea aplicada a la semilla puede ser problemático!

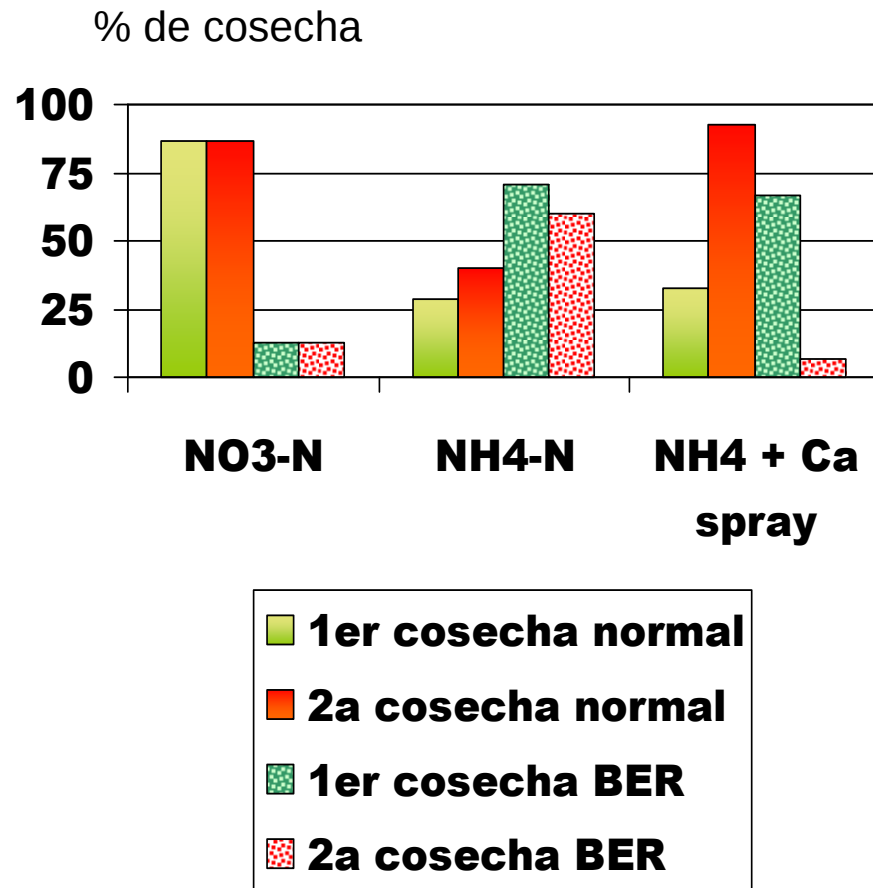
Efecto de absorción de NH_4^+ y NO_3^- en las plantas sobre pH del suelo



Cal necesaria para neutralizar la acidez producida por fertilizantes con N



Evitar nutrición amoniacal luego del amarre de fruto



- Aportar NH4-N cuando el cultivo alcanza 4-5 racimos conduce rápidamente al desarrollo de BER
- El desorden se puede reducir aplicando calcio sobre el fruto en esta etapa

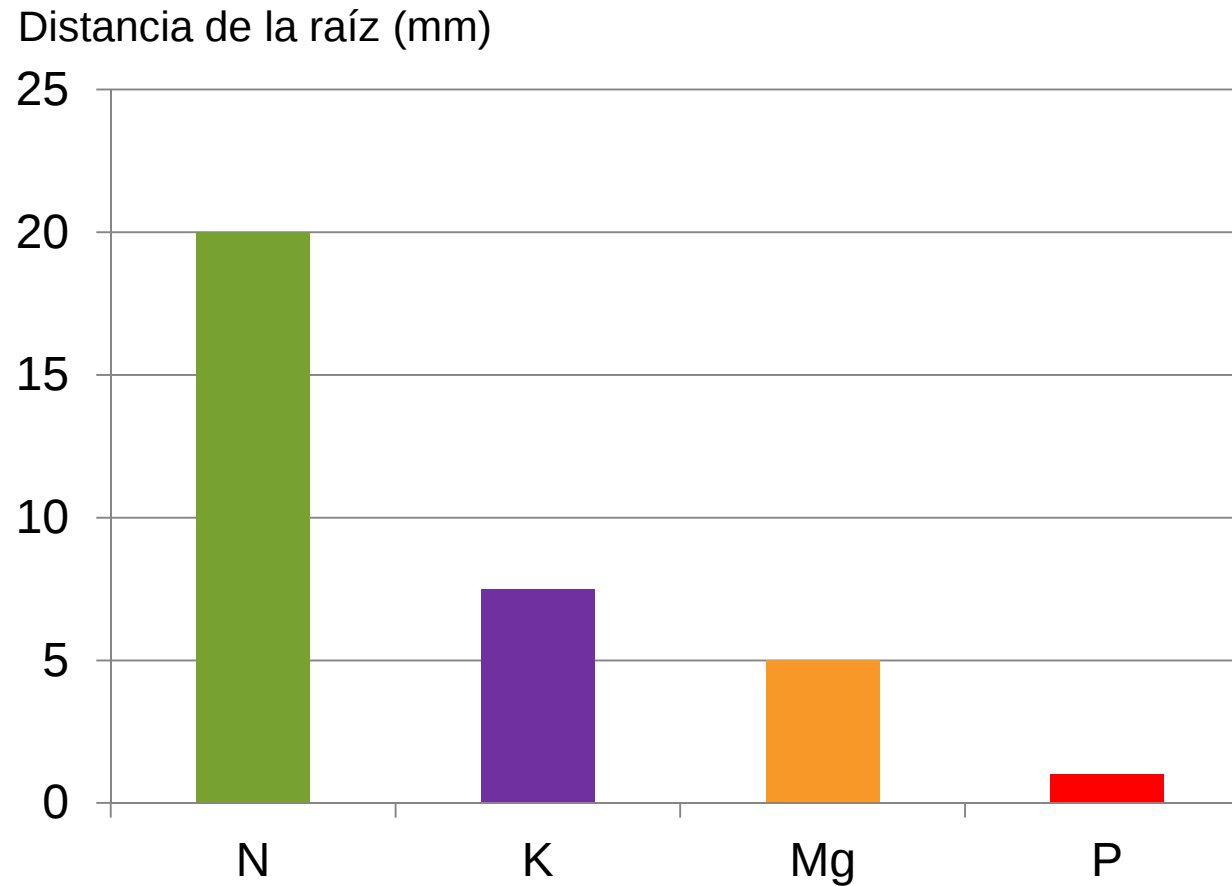
Ref: Wilcox et al., 1973

Nutrición del Tomate

Fósforo



P absorbido por el suelo requiere de un buen sistema radicular



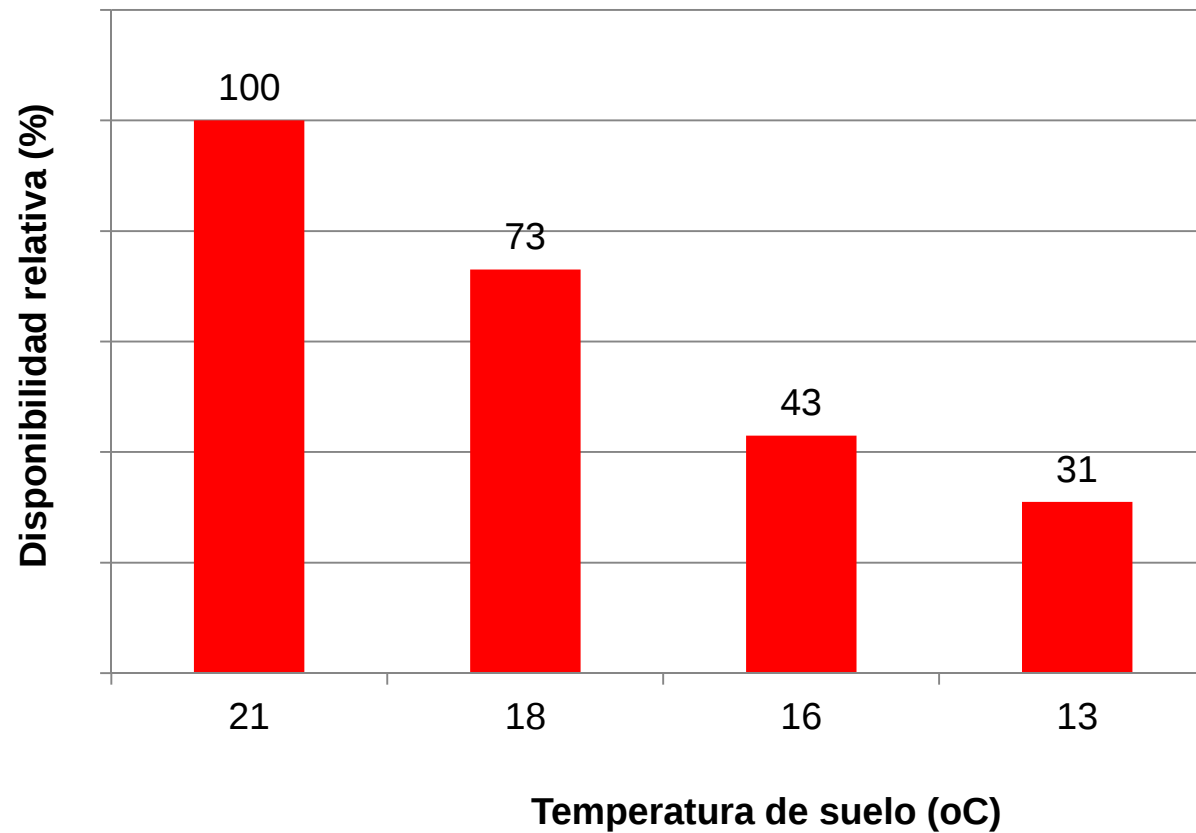
- Las plantas solo absorben el P que está cerca (menos de 1mm) a la superficie de la raíz (las plantas deben “pastar” por P)

Deficiencia de fósforo

- Se reduce severamente el crecimiento
- El envés de hojas jóvenes se torna púrpura
- Las hojas maduras mueren prematuramente
- Nivel de fósforo foliar normal: 0.35-0.75 %



Suelos fríos reducen la disponibilidad de P



- Una baja de temperatura de 21 a 13 °C reduce la disponibilidad de P hasta en un 70%

Fósforo

- Alrededor del 65% del P en fruto a cosecha

Contenido de materia seca en fruto		
Macronutrientes		g/kg materia seca
Nitrógeno	N	15 – 30
Fósforo	P	3 – 7
Potasio	K	30 – 60
Calcio	Ca	1 – 3
Magnesio	Mg	1 – 3
Azufre	S	1 – 3
Cloro	Cl	0.1 - 1

Fuente: Seppälä, 1982



Complejos NPK

Fertilizantes de mayor eficiencia

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	Mg	Zn	B
15	15	15	-	-		
21	17	3	4	-		
19	04	19	2	2	0.1	0.1
12	11	18	8	1.62	0.02	0.015

2 formas de N

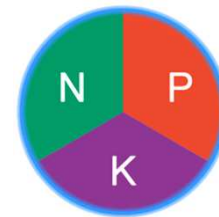
- Nitrato (NO₃⁻)
- Amonio (NH₄⁺)

3 formas de P:

- 45% Orto-fosfatos
(soluble em agua)
- 20 - 30% Polo-fosfatos

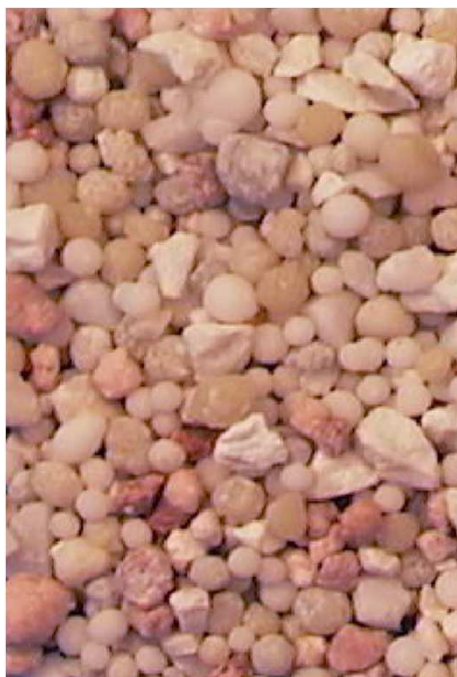


- 25 - 30% fosfatos di-cálcicos
(Orto-P soluble em citrato de amonio)



Aplicación de mezclas físicas y químicas de NPK

Mezclas Físicas



Riesgo de segregación y distribución desuniforme

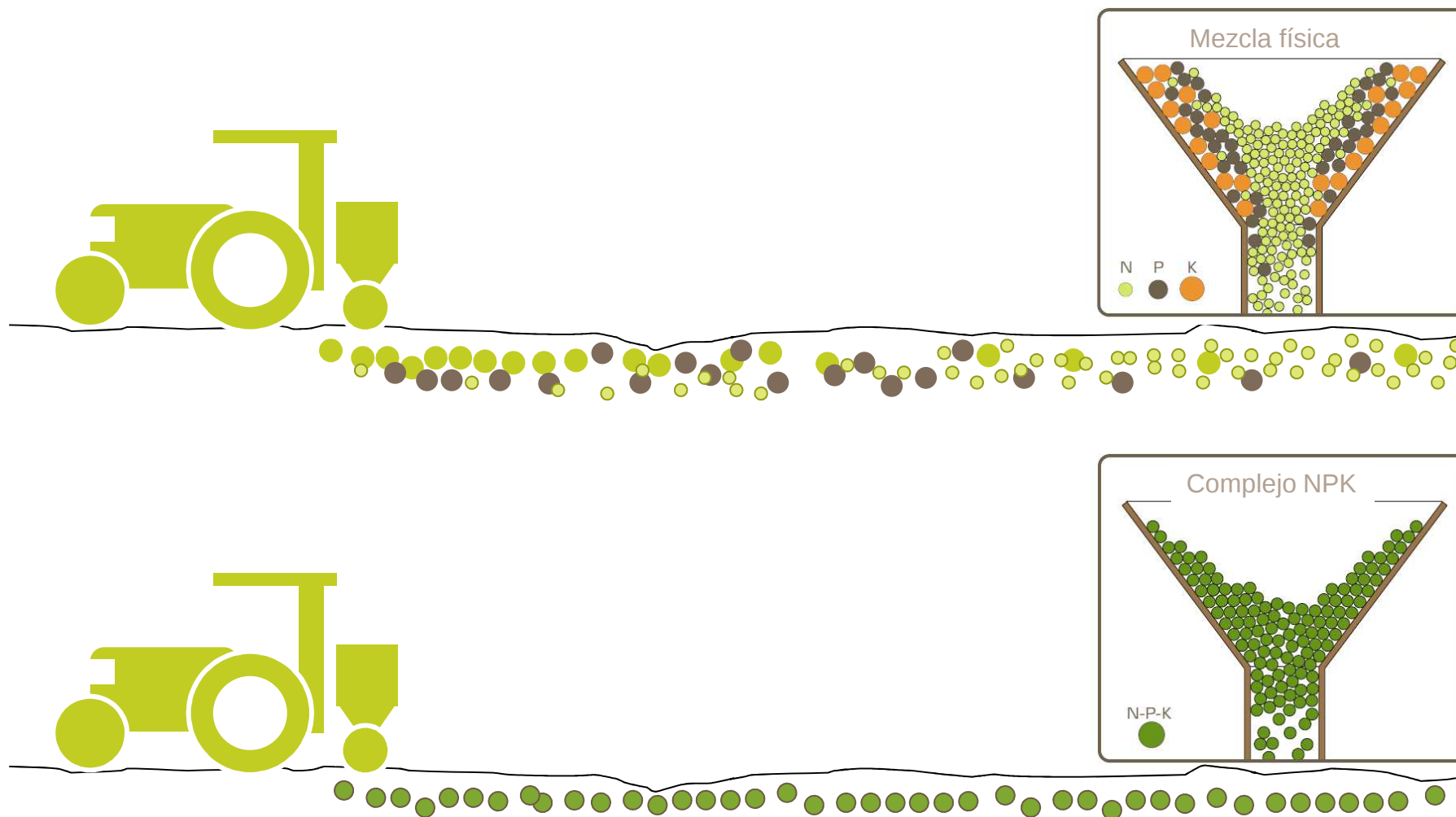
Complejos NPK



Distribución homogénea de todos los nutrientes



La granulometría es clave para una aplicación uniforme



Nutrición del tomate

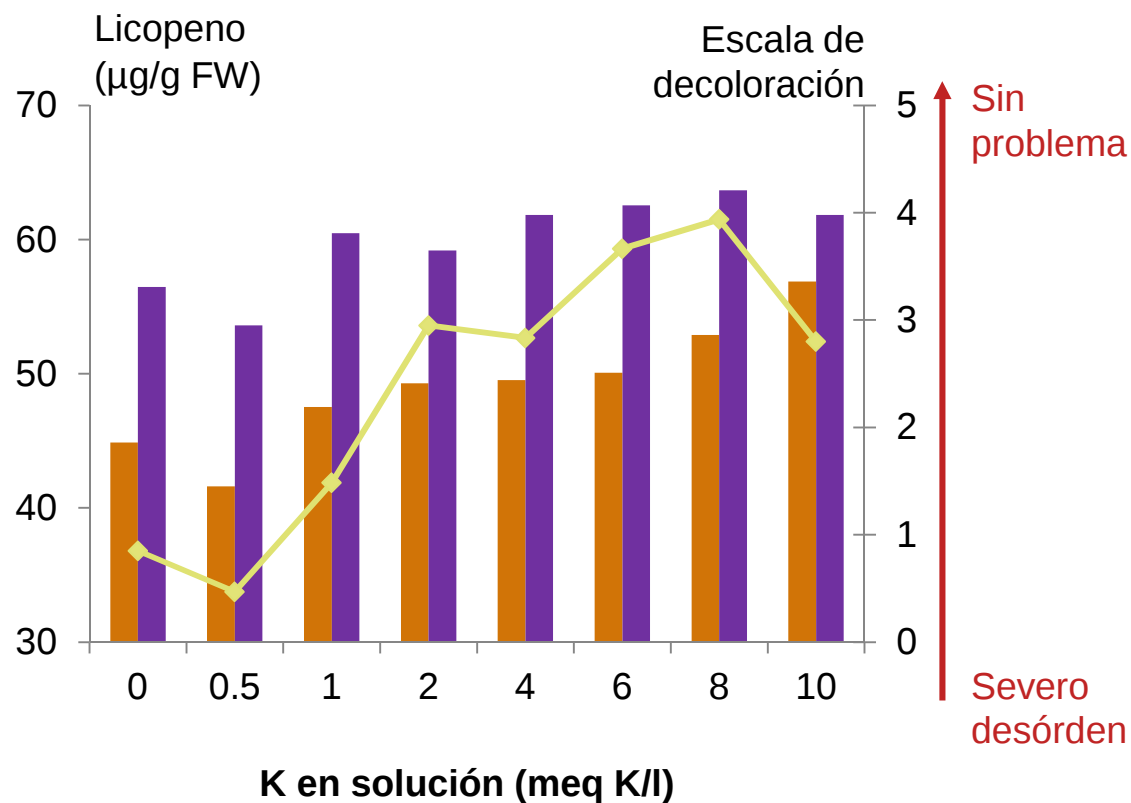
Potasio



Potasio

- Funciones:
 - Producción y transporte de azúcares
 - ⇒ Mayor Brix
 - Síntesis de proteínas
 - ⇒ Metabolismo del N
 - Balance de aniones y cationes- Osmoregulación – mantiene la turgencia celular
 - ⇒ Mayor eficiencia sobre el uso del agua
 - ⇒ Apertura/cierre de estomas
 - ⇒ Contenido de ácidos orgánicos
 - Síntesis de pigmentos
 - ⇒ Contenido de licopeno

Potasio promueve la síntesis de licopeno

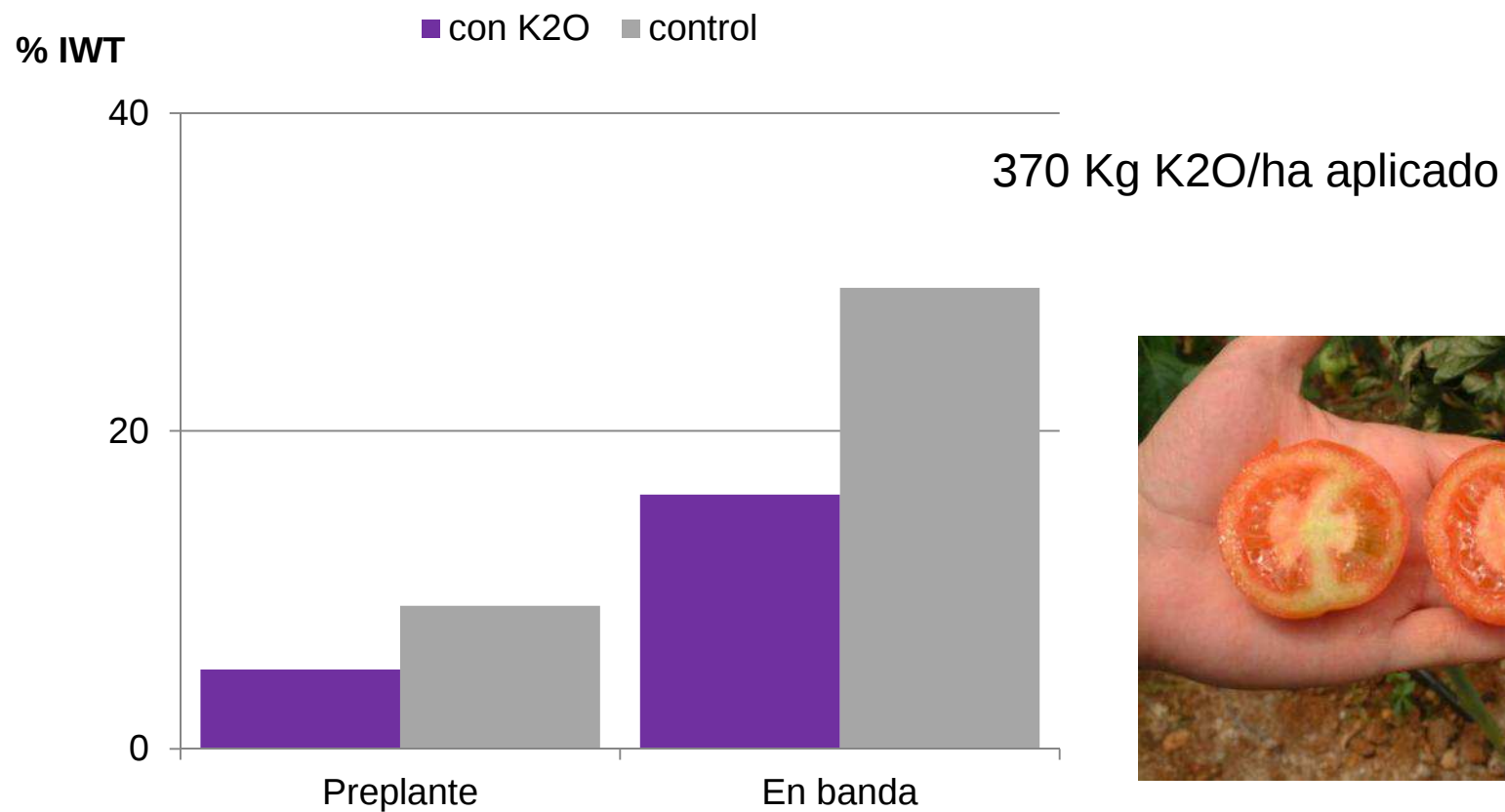


Tejido blanco interno Madurado con mancha Licopeno

Fuente: Trudel and Ozbun, 1971

Potasio disminuye el defecto de color

Tejido blanco interno (IWT)



Sitio: California, US

Fuente: Hartz et al., 2001 -Acta Horticulturae 542



Nutrición del tomate

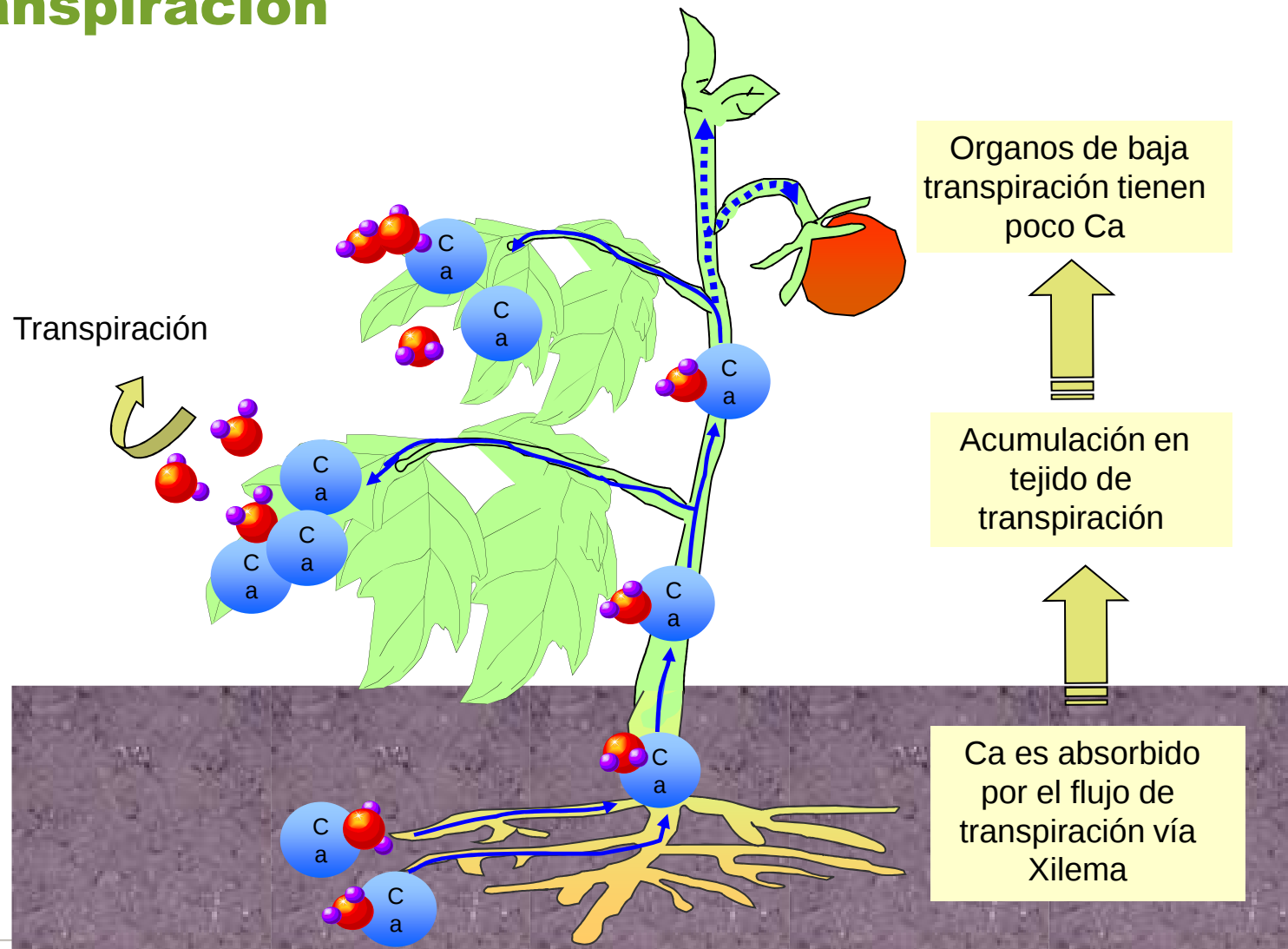
Calcio



Calcio

- Función:
 - Mantener la estructura y la cohesión celular fuertes
 - Integridad de la membrana celular
 - Señales de estrés
- Reduce:
 - El problema de pudrición apical
 - Enfermedades
- Frutos firmes
- En exceso:
 - Problemas de puntos dorados
 - Piel muy gruesa

El transporte del Ca al fruto es bajo, debido al fuerte impacto del transporte del Ca por transpiración

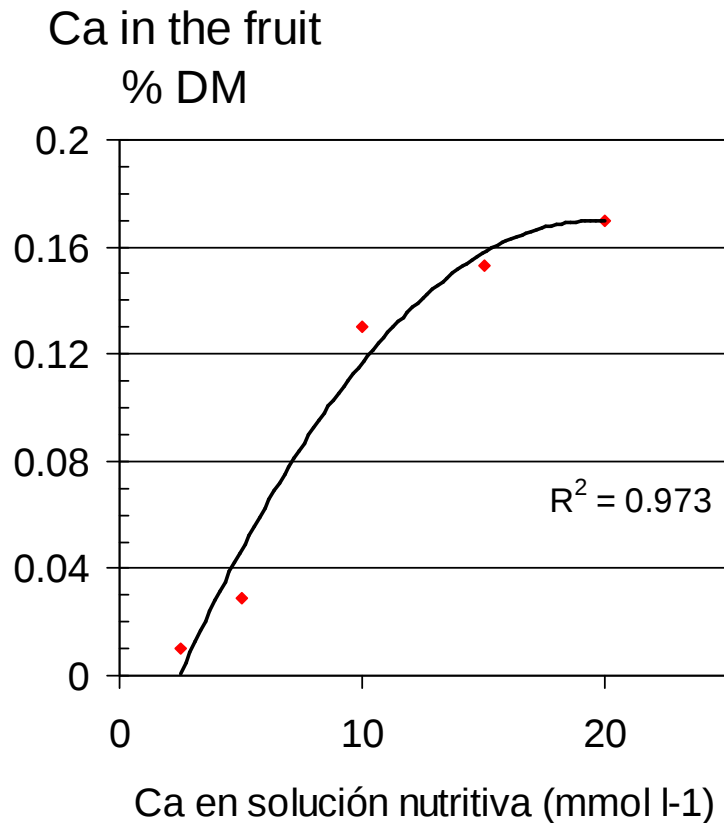


Pudrición apical es consecuencia de una deficiencia parcial de Ca

- Periodo de máxima expansión de fruto: 2 semanas después de polinización
- El aporte de calcio difícilmente coincide con la alta demanda de Ca de la rápida expansión celular
- Cualquier factor que reduzca el flujo de calcio al fruto incrementará la incidencia de Pudrición Apical del fruto



Aportación de calcio al suelo aumenta el Ca en fruto

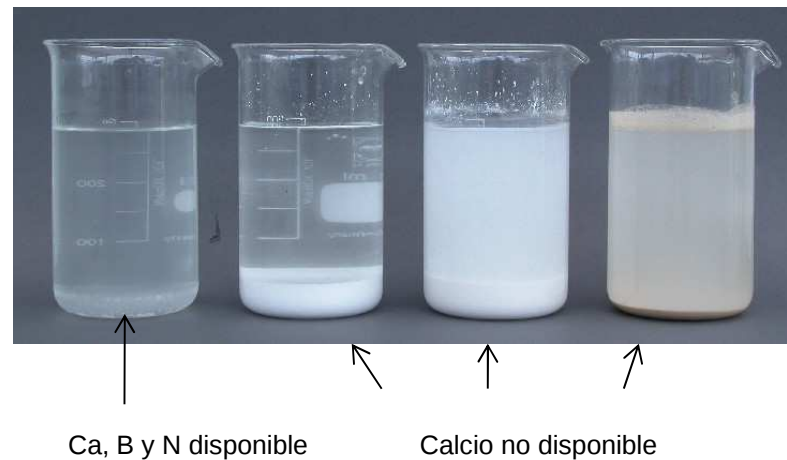


- Asegura suficiente aporte de Ca para evitar problemas de calidad como pudrición apical.
- Como regla general, el fruto de tomate con una concentración de Ca >0.12% no desarrollará BER.

Ref: Paiva et al., 1998

La fuente de Calcio es importante en términos de solubilidad

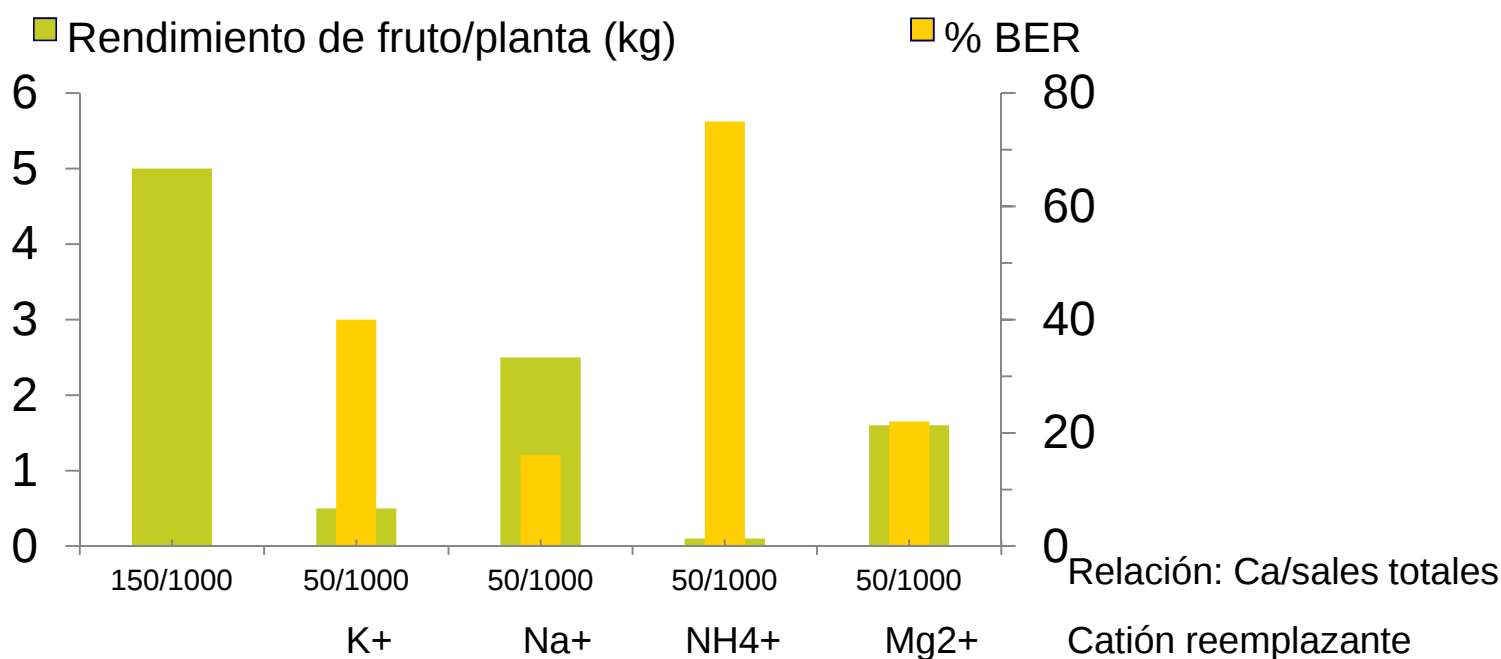
- Se necesitan 66,000 L de agua para disolver 1 Kg de Cal agrícola
- Solo se requiere 1 L de agua/Kg de Nitrato de Calcio



Cal agrícola: Se usa como mejorador de suelo, para aumentar el pH y son de muy baja solubilidad

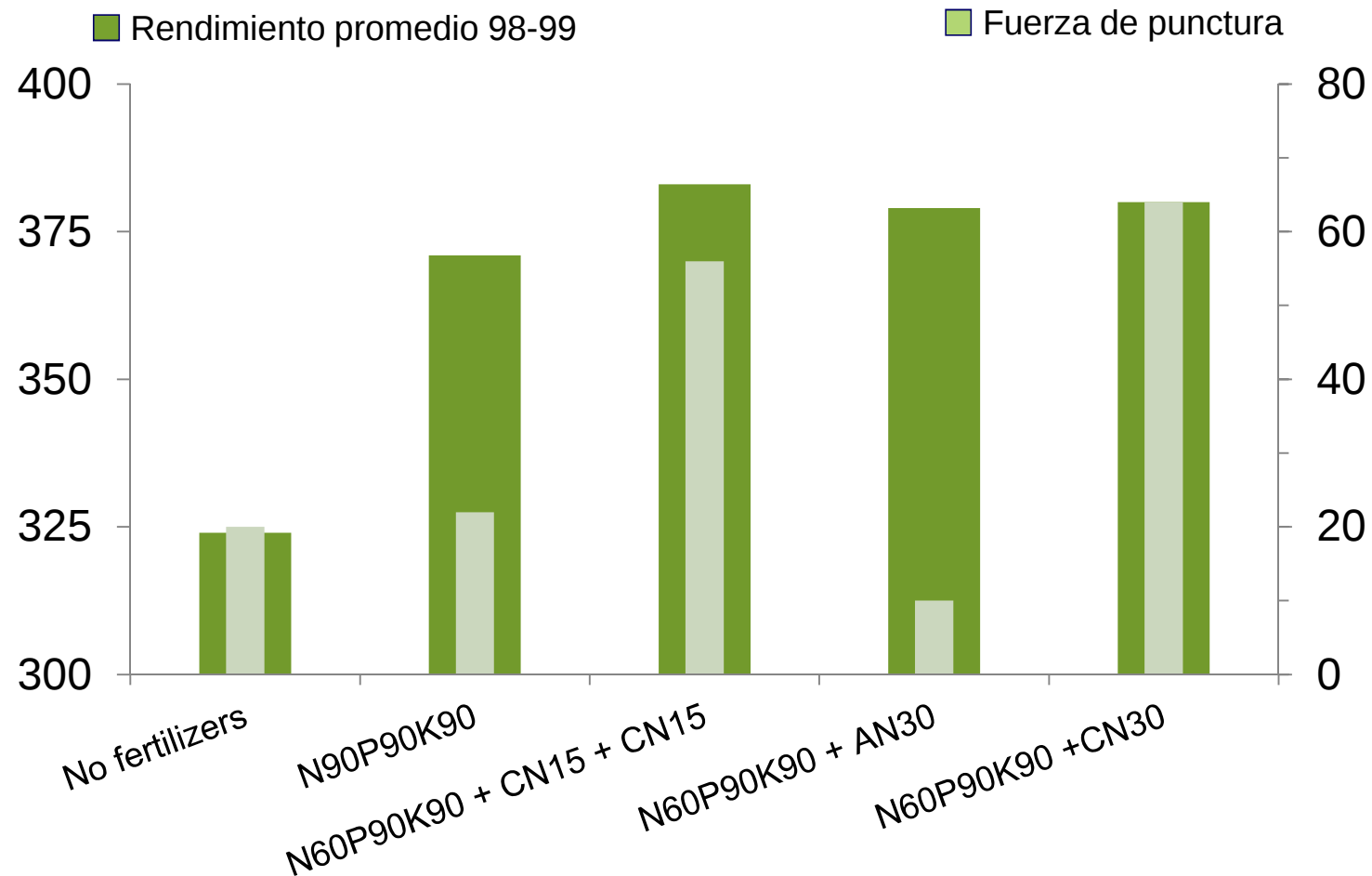
La competencia catiónica determina la disponibilidad de Ca

NH_4^+ es el catión más competitivo por su efecto fuertemente negativo sobre la disponibilidad de Ca para las plantas.



Ref: Geraldson, 1956

Nitrado de calcio aumenta firmeza en fruto



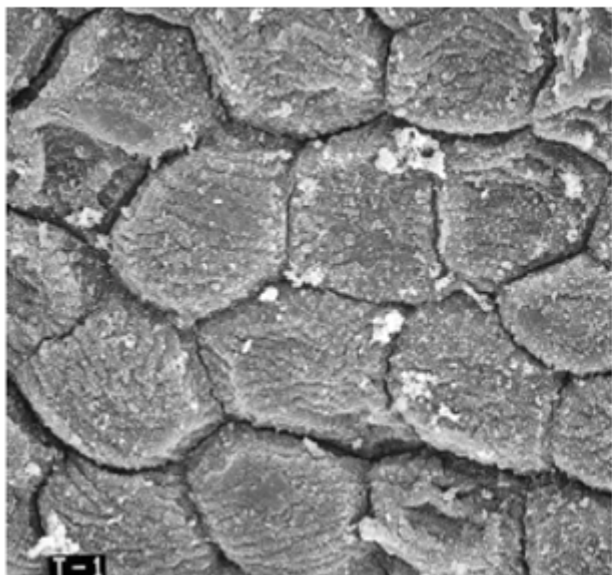
Source: Krasnodar Res. Institute, Russia , 1999



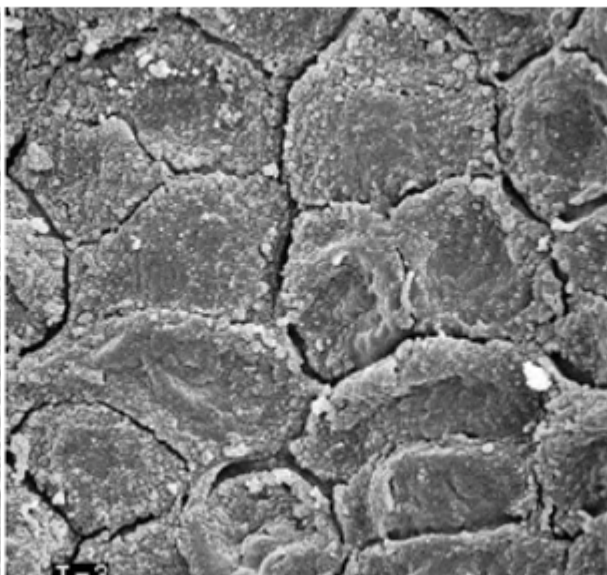
Influencia de de YaraLiva sobre la calidad externa (células epidérmicas - cáscara)

Ensayo de campo – 3 años. Cultivo de Banana (75 t/ha) – Costa Rica

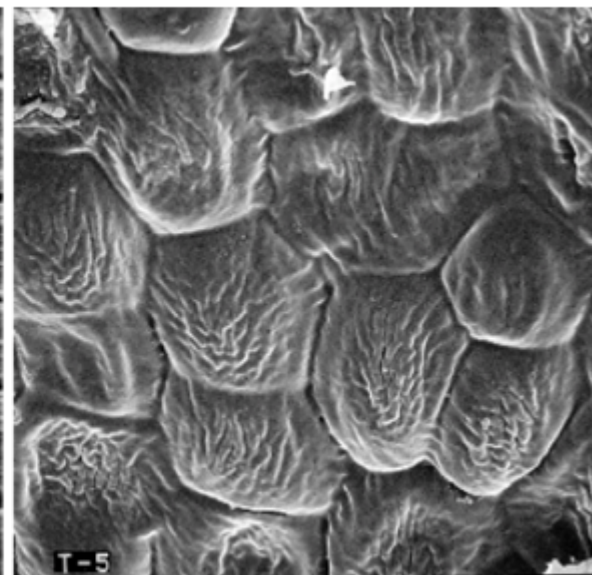
0 kg Ca



75 kg Ca



150 kg Ca

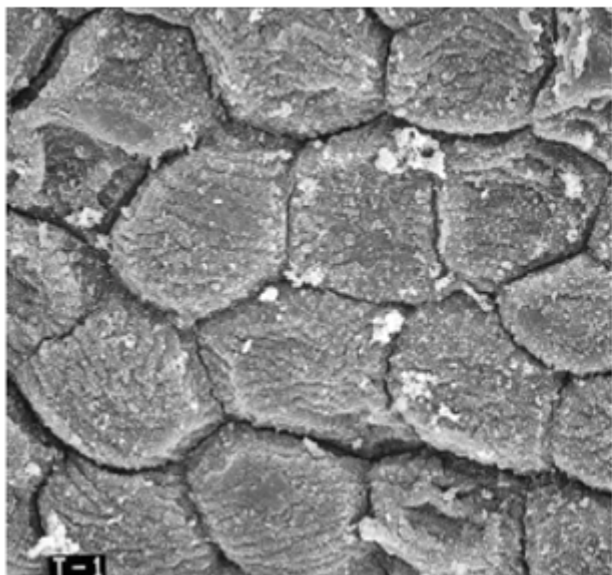


Células epidérmicas y cera cuticular

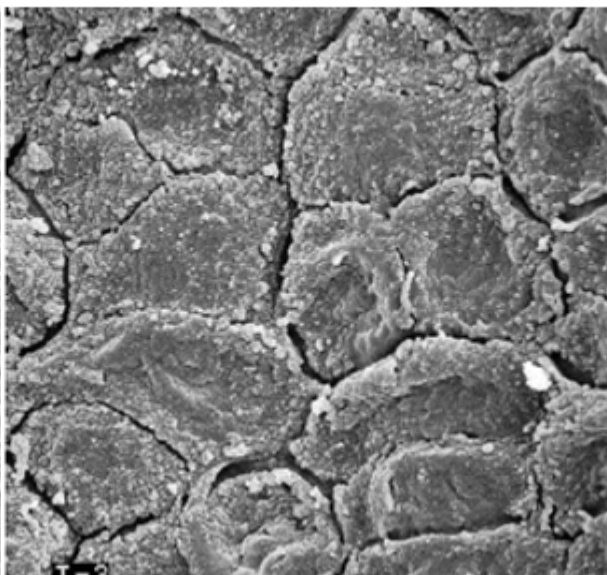
Influencia de de YaraLiva sobre la calidad externa (células epidérmicas - cáscara)

Ensayo de campo – 3 años. Cultivo de Banana (75 t/ha) – Costa Rica

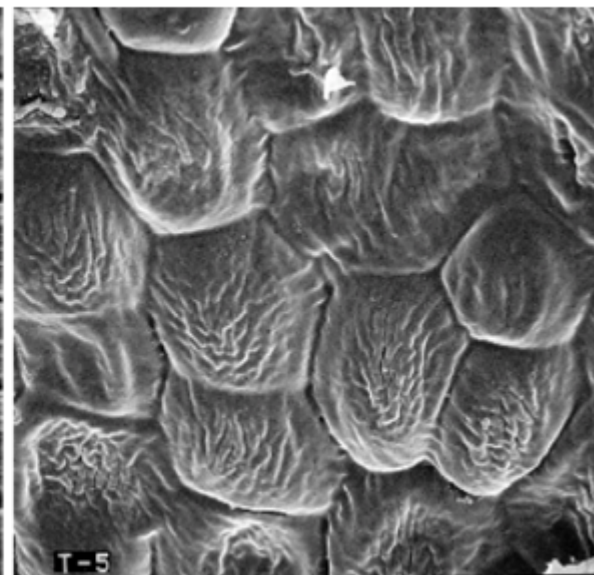
0 kg Ca



75 kg Ca



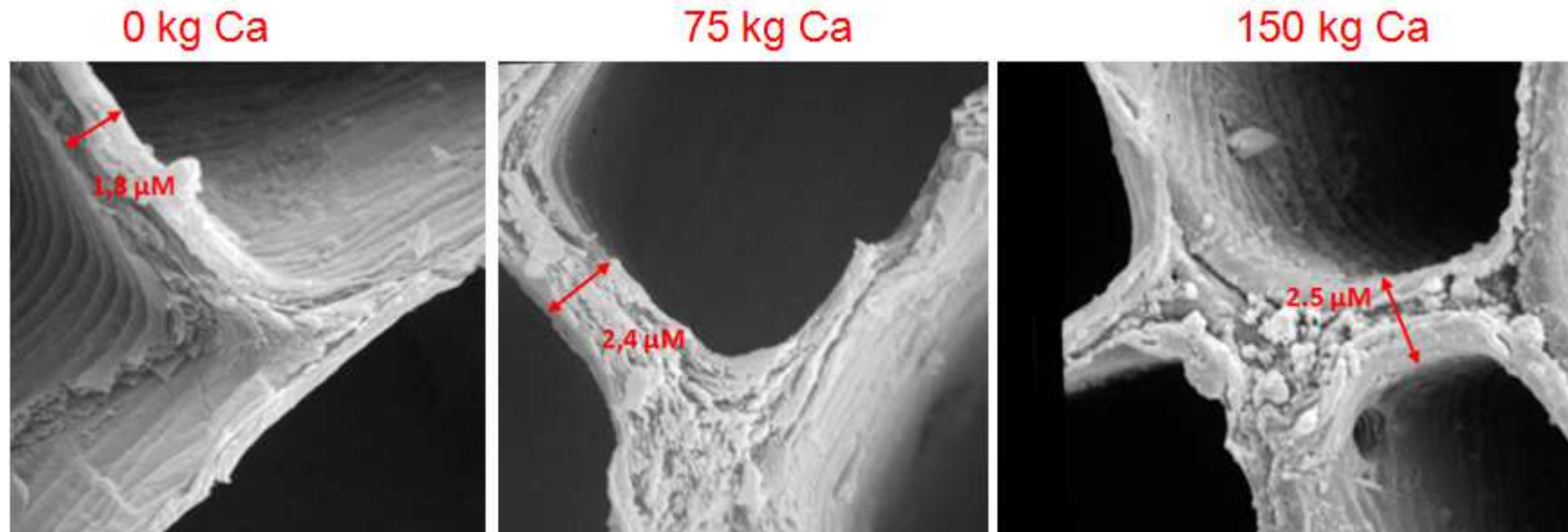
150 kg Ca



Células epidérmicas y cera cuticular

Influencia de la aplicación de YaraLiva sobre el grosor de la pared celular

Ensayo de campo – 3 años. Cultivo de Banana (75 t/ha) – Costa Rica

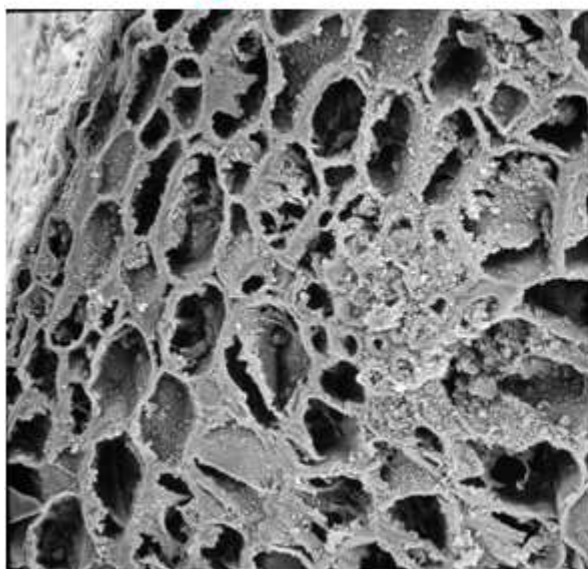


Paredes de los vasos del Xilema

Influencia de la aplicación de YaraLiva sobre la estructura de células internas

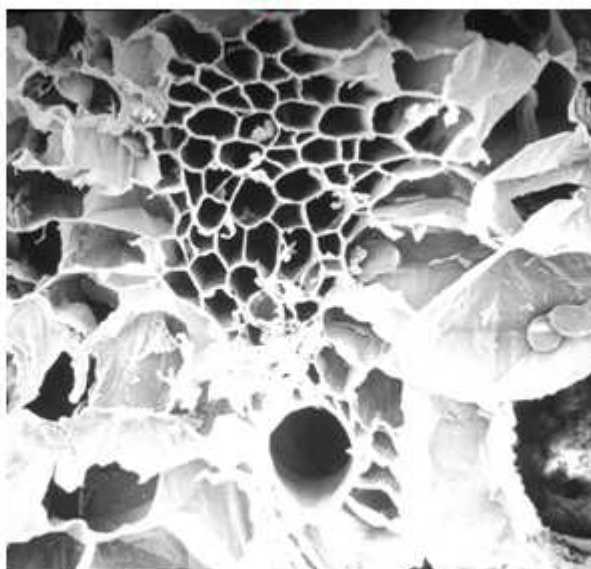
Ensayo de campo – 3 años. Cultivo de Banana (75 t/ha) – Costa Rica

0 kg Ca



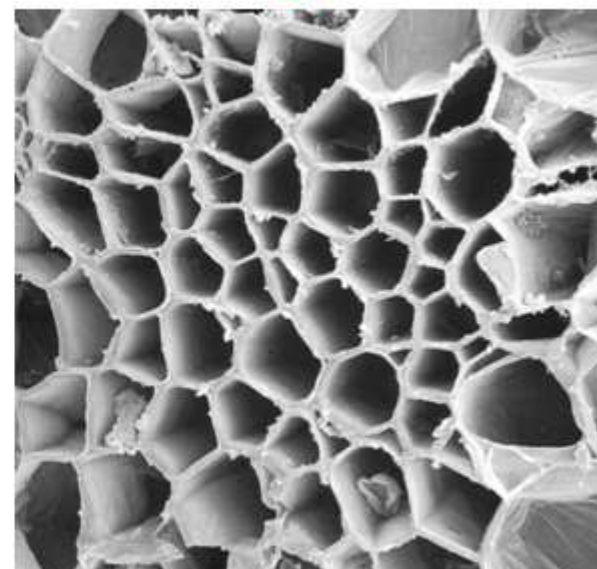
Cera cuticular, células epidérmicas, y del parénquima rodeando tejido esclerenquimático (0 kg Ca soluble)

75 kg Ca



Corte transversal del haz vascular, floema y el xilema (75 kg Ca soluble)

150 kg Ca



Corte transversal del haz vascular (150 kg Ca soluble)

Nutrición del tomate

Magnesio



Deficiencia de magnesio

- Deficiencia:
 - Más común en invernaderos en periodos de alta carga de fruto
 - Puede ser inducido por un aporte alto de potasio
 - Puede conducir a formas irregulares de fruto y maduración desuniforme



Nivel crítico (YFEL, en % MS)

Antes de fructificación	Durante fructificación
0.5 – 0.8	0.4 – 1.0

Deficiencias de magnesio

- Amarillamiento intervenal en hojas medias y maduras
- Los síntomas progresan hacia arriba en la planta
- Las hojas más bajas desarrollan colores amarillo-naranjas y frecuentemente púrpuras
- Debido a que el K es alto en suelo y en solución nutritiva
- Rango normal en hoja: .35-.80 %



Nutrición del tomate

Micronutrientes



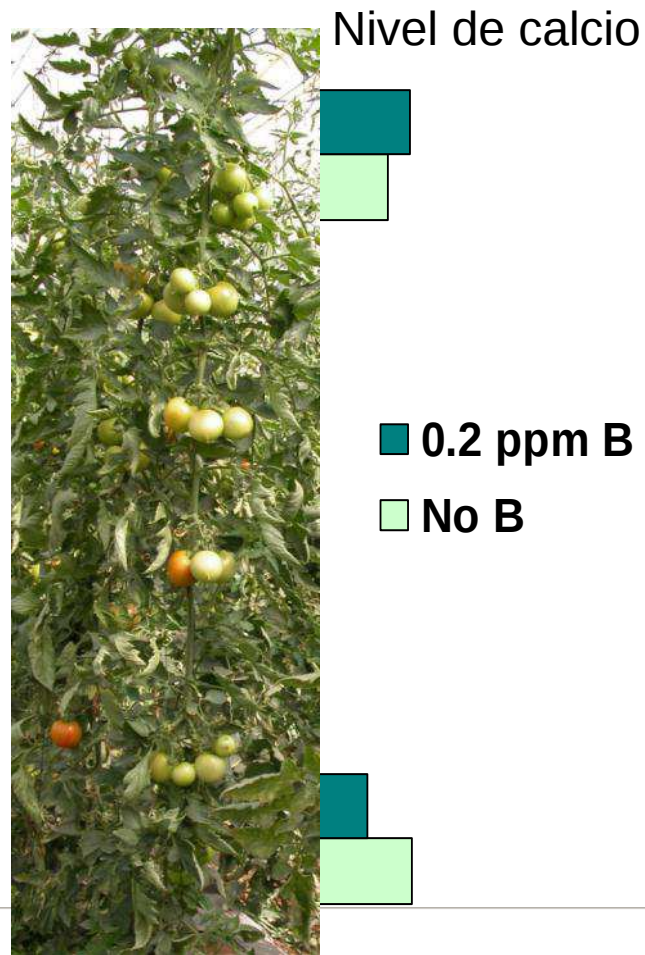
Boro

- Tomate es sensible a deficiencia de Boro
- Mayor riesgo de deficiencia en:
 - Suelos altamente intemperizados
 - Texturas gruesas (arenas)
 - Suelos recién encalados



Interacción de Boro con Calcio

La deficiencia de B bloquea la absorción (basipétala) de Ca



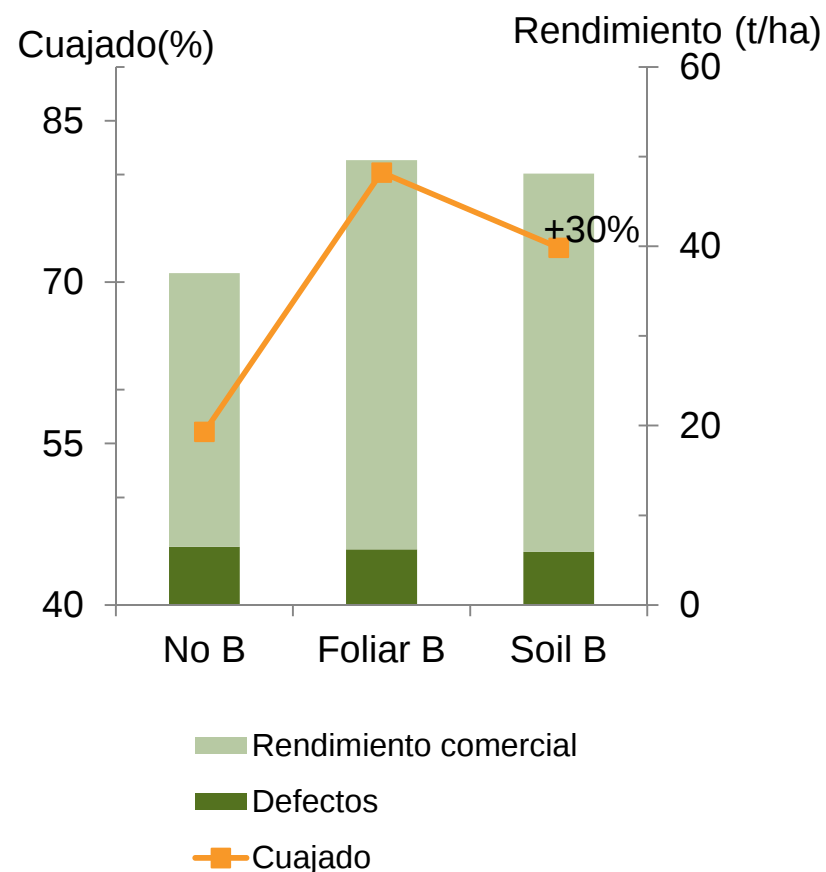
Fuente: Yamauchi et al., 1986

Boro promueve la absorción de nutrientes y cuajado de fruto

- La deficiencia de Boro restringe el desarrollo de nuevos tejidos en planta.

Mejor absorción de nutrientes con y sin B

	Absorción total	Contenido en fruto
N	+ 17 %	N/A
K	+ 96 %	+25 %
Ca	+ 23 %	+ 8 %



Fuente: Davis et al., 2003

Deficiencia de boro

- Amarillamiento en las puntas de las hojas bajas, por lo tanto márgenes redondos y progresan hacia arriba en la planta
- Las hojas se tornan quebradizas, se rompen a través del nervio central
- Se reduce la floración y cuajado
- Muerte de puntos de crecimiento en casos severos
- Areas corchosas desarrolladas cerca del cáliz o en los hombros del fruto
- Rango foliar normal: 30-80 ppm



Deficiencia de Zinc



- Plantas poco desarrolladas
- Hojas rizadas abajo con manchas necróticas

Deficiencia de Zinc

- Las hojas se tornan rizadas hacia abajo y hacia arriba
- Amarillamiento intervenal, las nervaduras permanecen verdes
- Desarrollan zonas cafés cerca de las nervaduras centrales
- Alto aporte de P reduce la disponibilidad de Zn en el suelo
- Nivel normal en hoja: 35-100 ppm

