



Nutrición Balanceada de la Papa

Yara México
Daniel Guzmán
Coordinador de Agronomía

19 Abril 2012

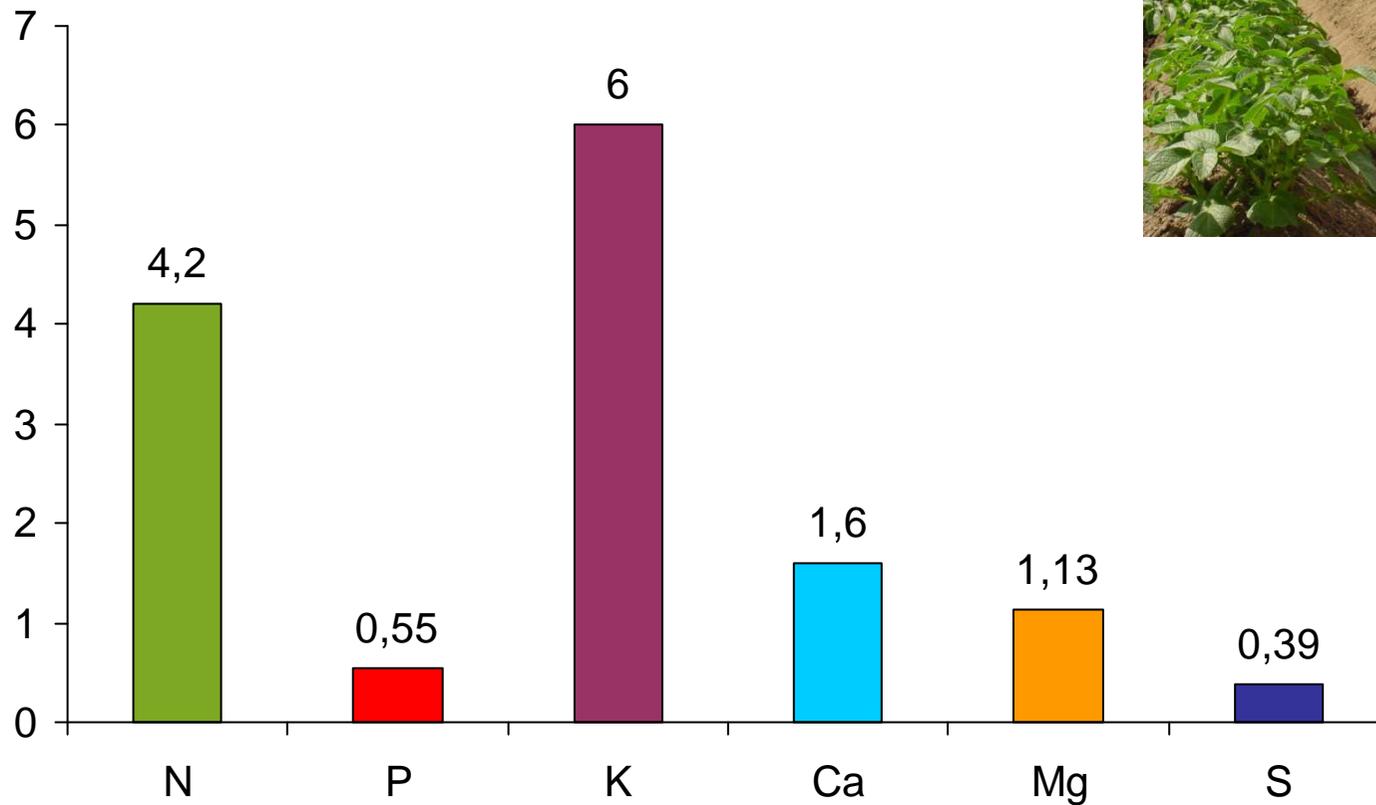


Absorción de macronutrientes en papa

USA: 56 tn/ha producción



Total de nutrientes removidos (kg/tn producción)



REF: Westermann - 2005

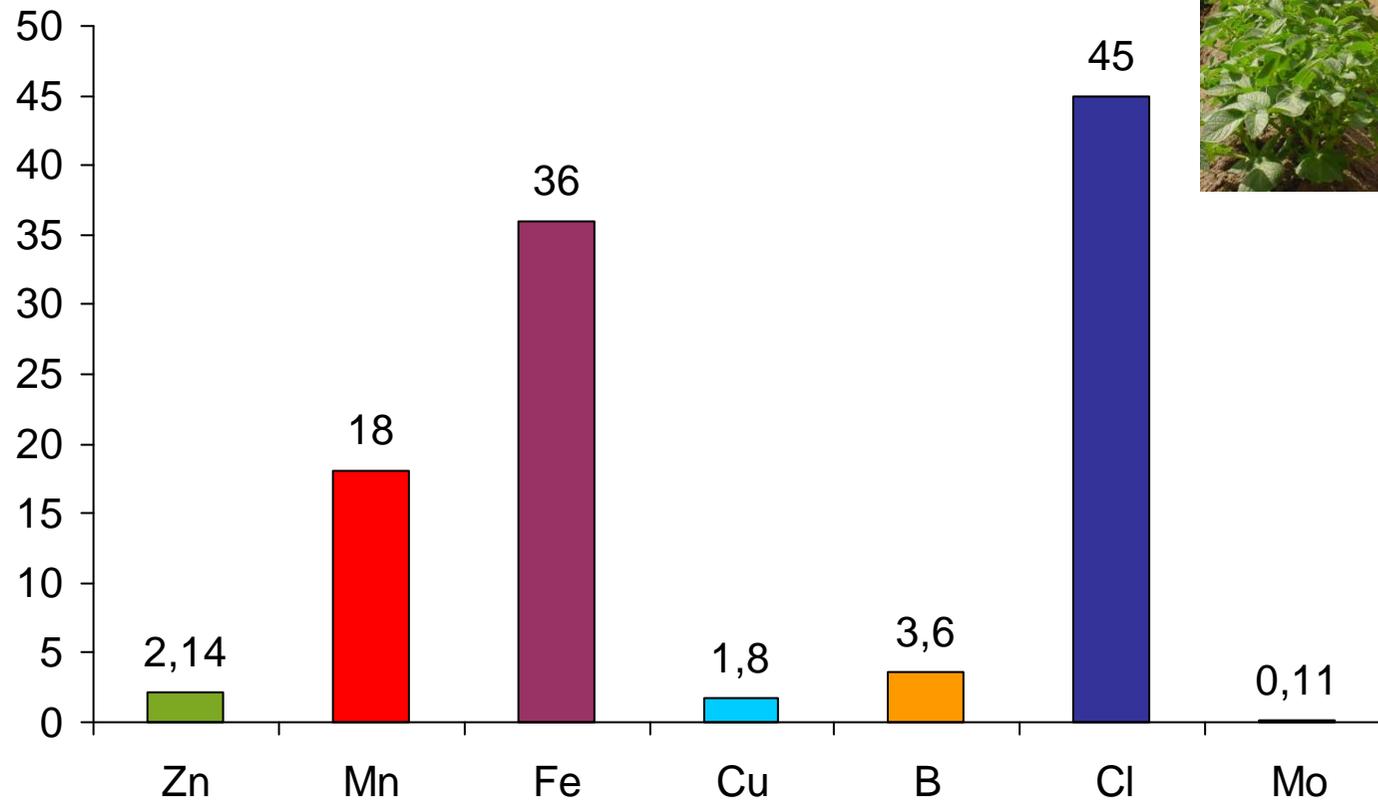


Absorción de micronutrientes en papa

USA: 56 tn/ha producción



Total de nutrientes absorbidos (gr/tn producción)



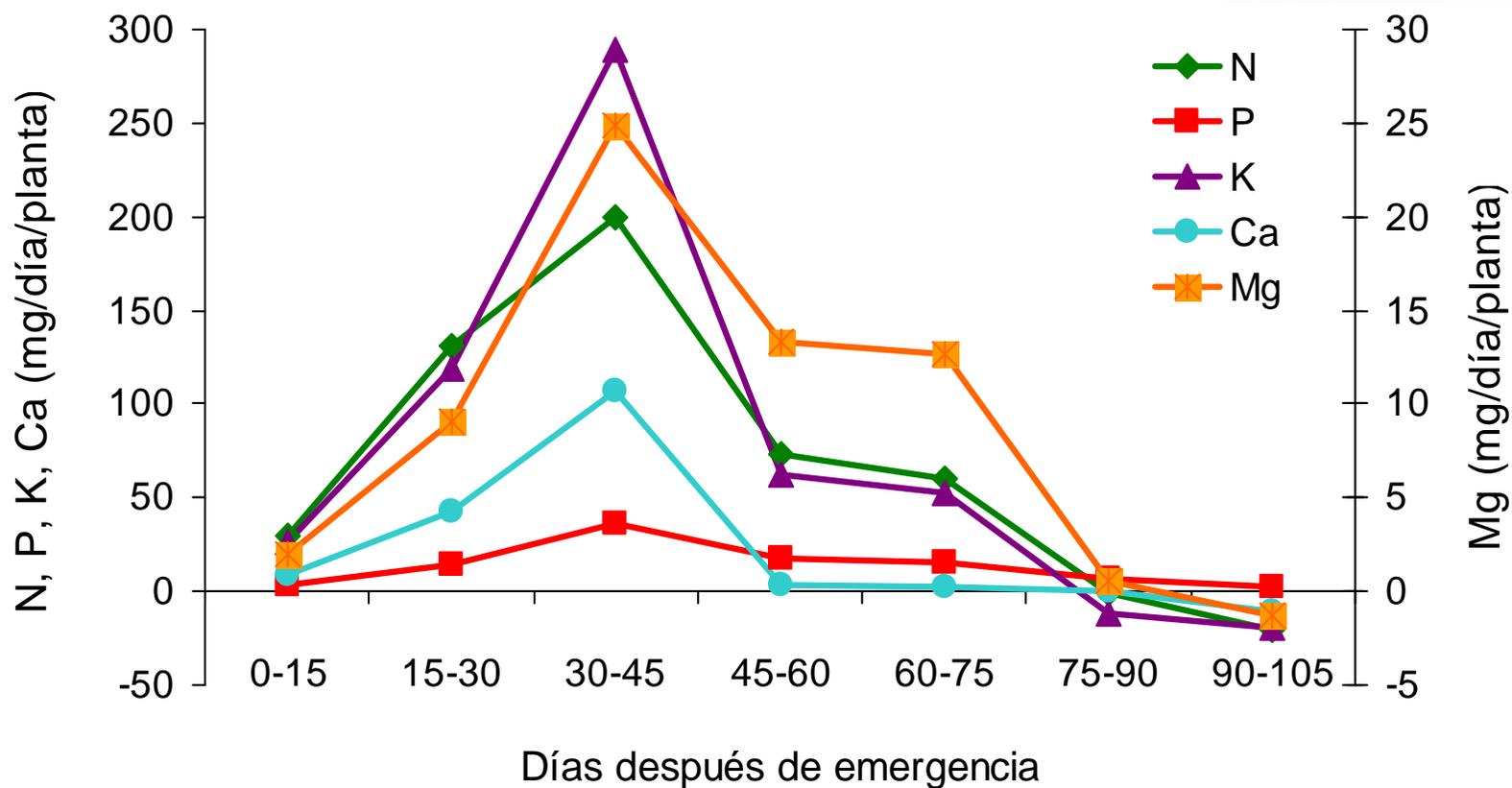
REF: Westermann - 2005



Tasa de absorción diaria de macronutrientes

- Planta completa de papa

Alemania

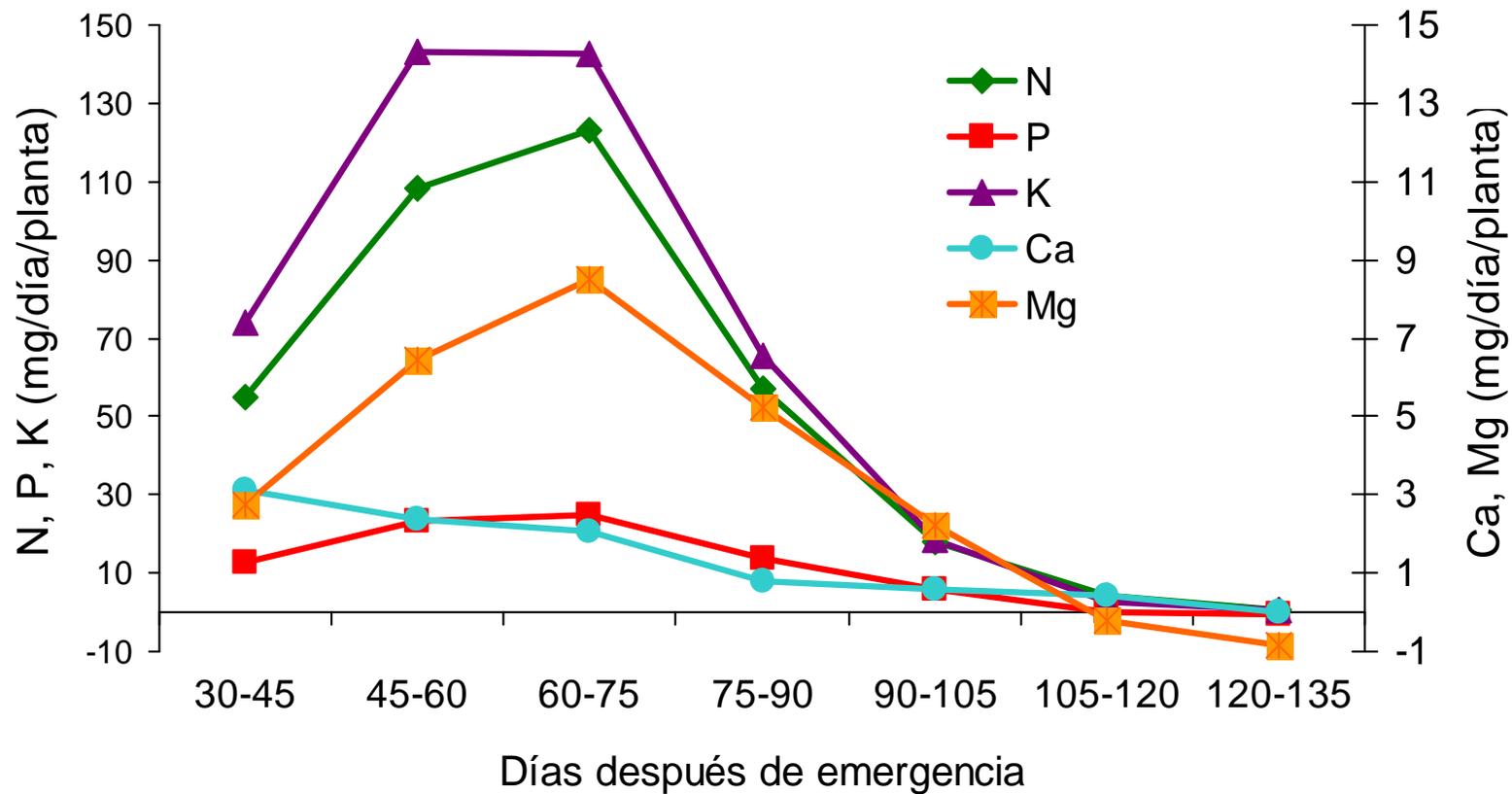
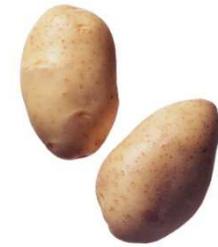


REF: Kolbe and Stephan-Beckmann - 1997



Tasa de absorción diaria de macronutrientes - Tubérculo

Alemania



REF: Kolbe and Stephan-Beckmann - 1997



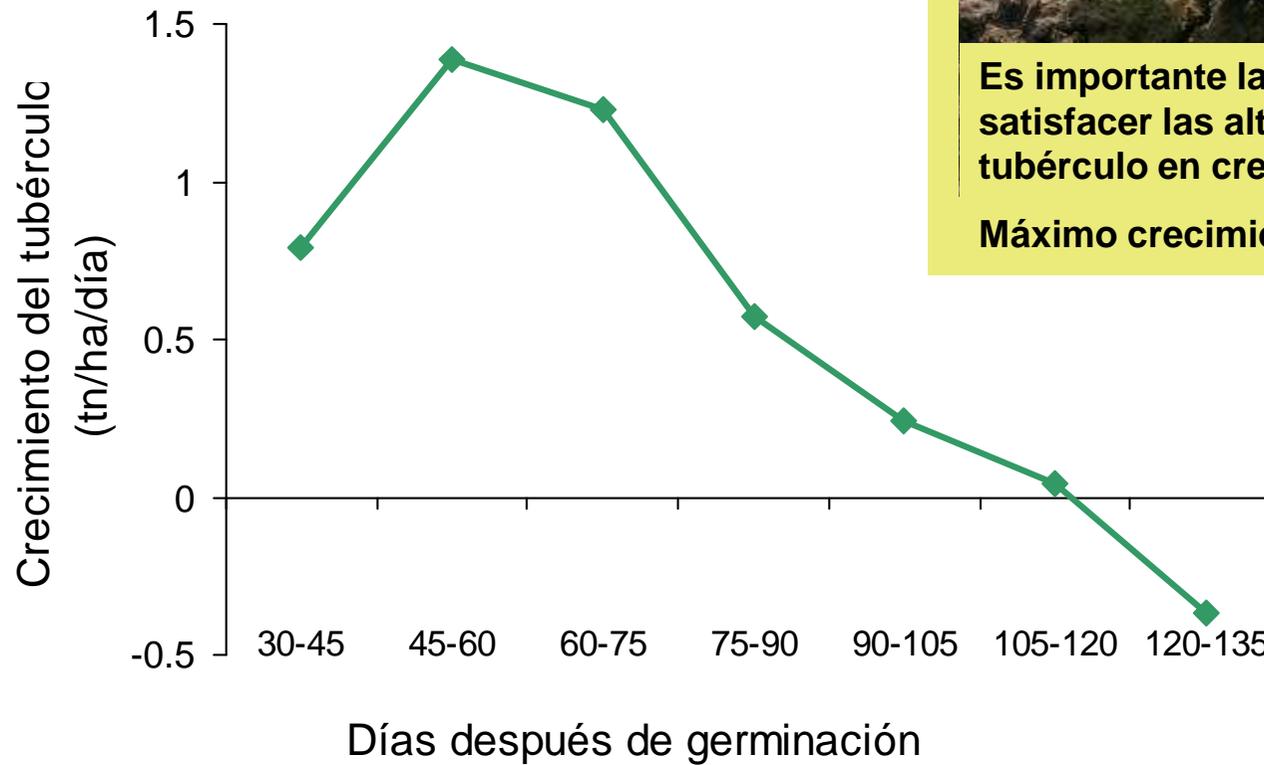
Crecimiento del tubérculo

Alemania



Es importante la nutrición temprana para satisfacer las altas demandas del tubérculo en crecimiento.

Máximo crecimiento de 1400kg / ha / día.



REF: Kolbe and Stephan-Beckmann - 1997



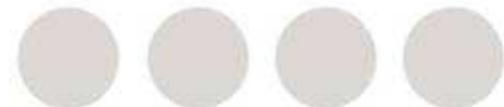
La colocación del fertilizante es un tema

El fertilizante debe ser colocado 5 cm al lado y 5 cm abajo del tubérculo, ó más



El rol de los nutrientes

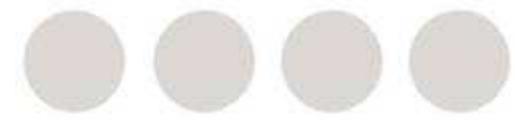
- Resumen
- Macronutrientes
- Micronutrientes



El rol de nutrientes específicos para papa

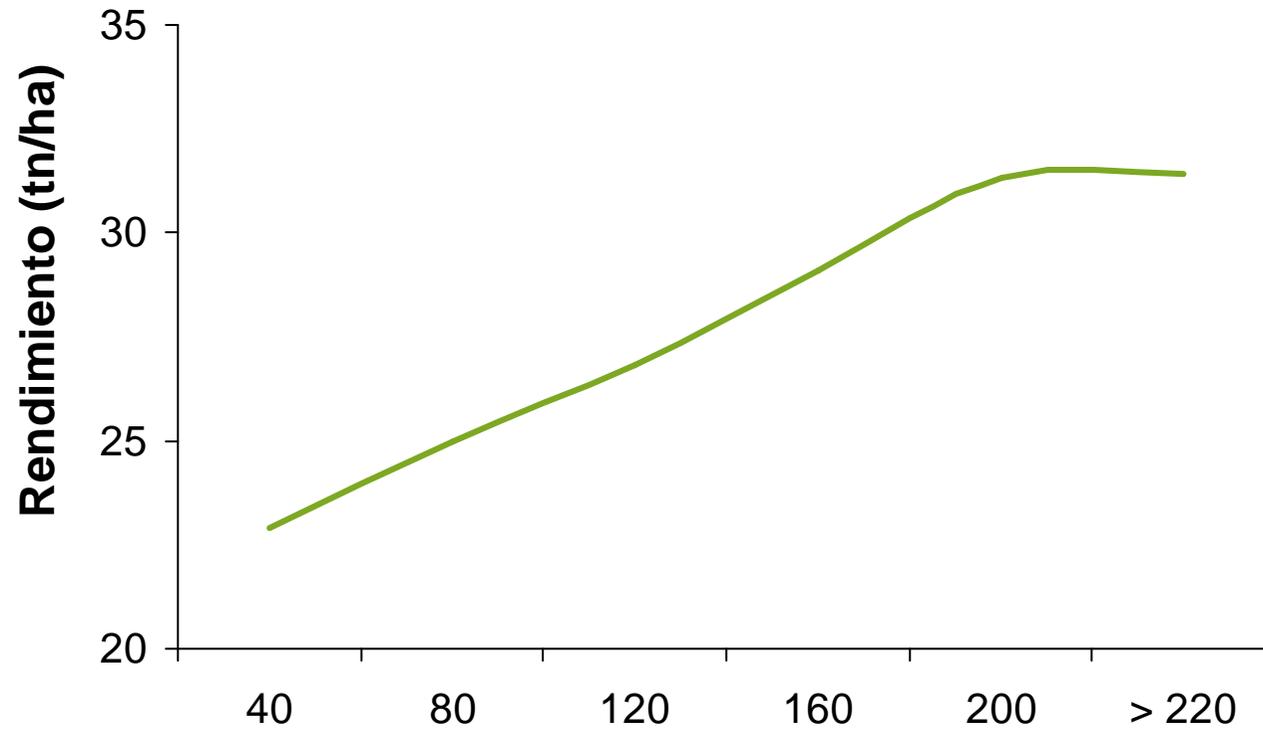
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
YIELD	^	^	^	◇	^		^			^		^
TUBER SIZE	^	^	^	^	^					^		
TUBER NUMBER		^		v								
SPECIFIC WEIGHT & DRY MATTER	v	^	v		^					^		^
TUBER - INTERNAL BLEMISHES	^			v			v					
TUBER - SKIN FINISH	v			^		v	^					
CROP STRESS	^		v	v						v		v
BRUISING & HANDLING RESISTANCE	v		^	^	^		^					
STORAGE ROTS				v								
COOKING QUALITY	v		^	^	^		^					

Sin efecto consistente 
 Efecto decreciente 
 Efecto creciente 



Respuesta de N en papa

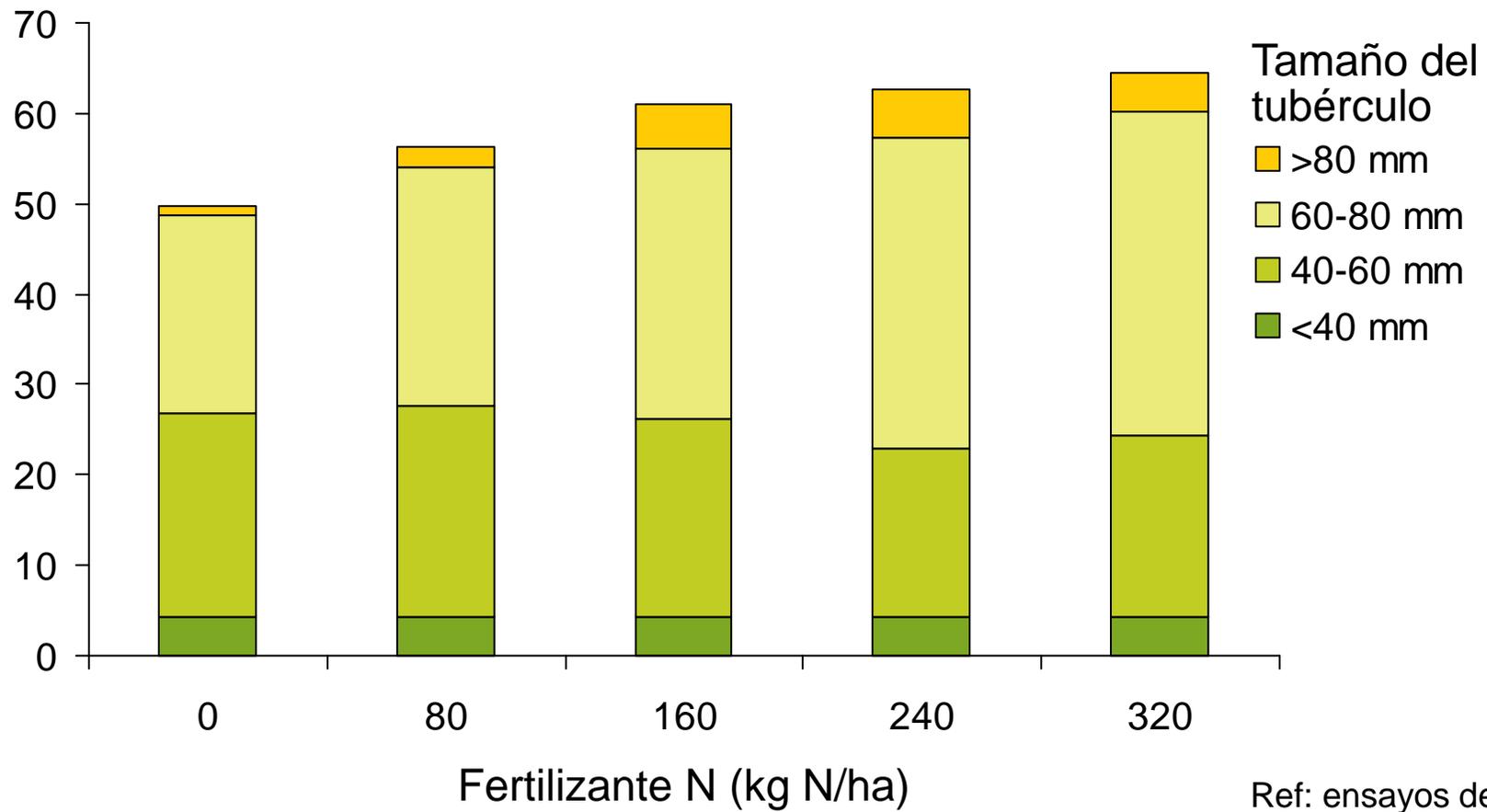
India



Tamaño del tubérculo se incrementa con la dosis de N

Reino Unido

Rendimiento (tn/ha)



Ref: ensayos de YARA



Exceso de N resulta en...

- Rajadura del tubérculo
- Mala calidad de cocción
- Manchas cafés al freír
- Definición lenta de piel



Se recomienda dividir las aplicaciones de N

- Aplicación base: $2/3$ N, aplicado a la siembra
- En banda al 'aporque' : $1/3$ N aplicado cerca del inicio de la tuberización en suelos ligeros y pobres, es mejor dividir en dos la aplicación en banda

Aplicar N al 'aporque'



Mejora rendimiento dividiendo aplicaciones de N

Bélgica

N Total	Esquema de aplicación	Rendimiento (t/ha)
0	0	39,6
60	60	47,9
	30+30	52,2
90	90	55,3
	60+30	58,6
	30+30+30	61,8
120	120	56,3
	90+30	61,7
	60+30+30	61,9
150	150	61,1
	120+30	59,0
	90+30+30	66,1



REF: Suecia - 1988 CNTC

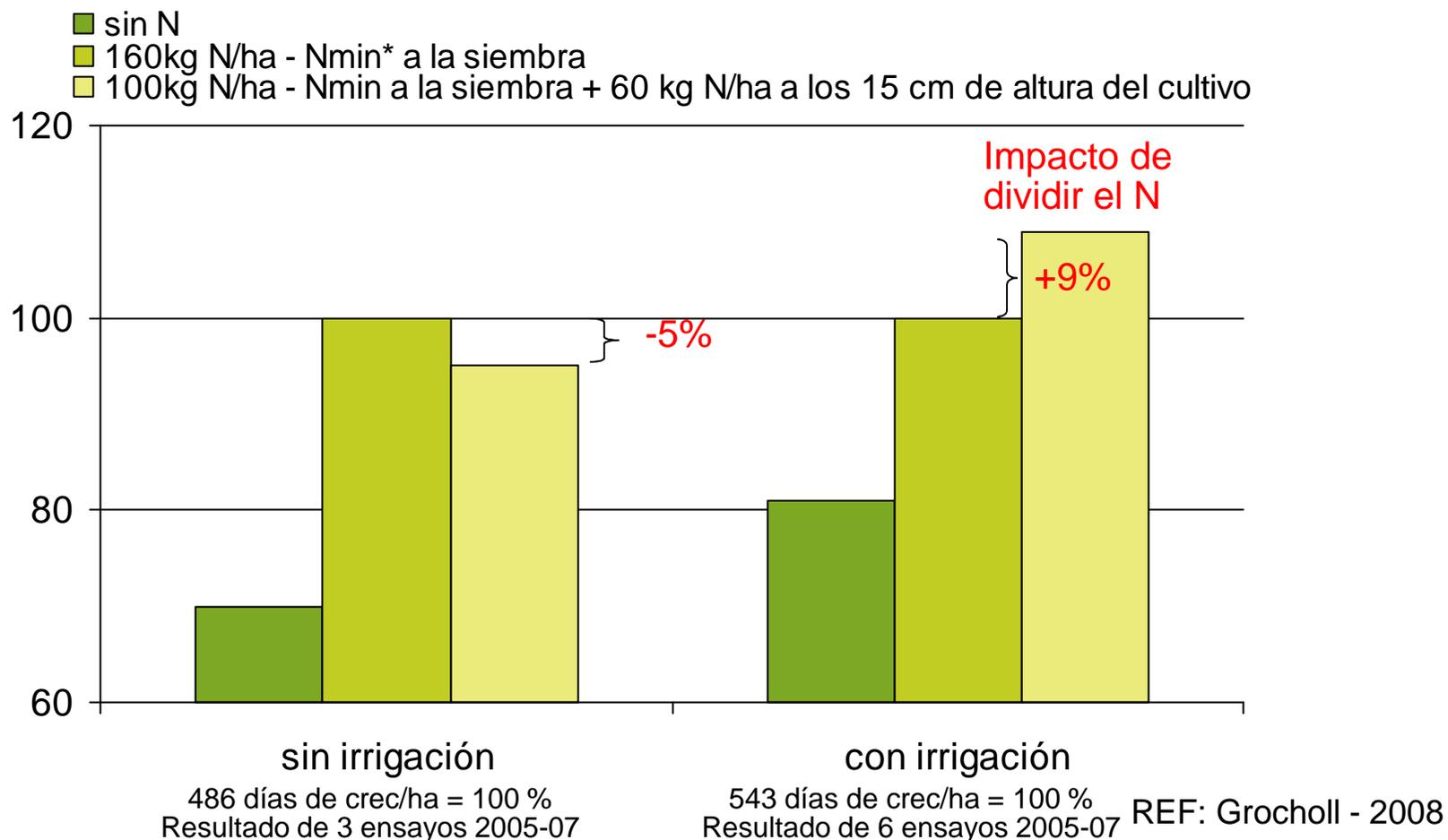


Se mejora el rendimiento dividiendo el N, cuando el aporte de agua es adecuado

Alemania; dos ensayos en suelos arenosos

* Nmin= suelo con N mineral al plantar a profundidad de 0-60 cm en el suelo

Relación de rendimiento para mercado (%)



Beneficios del Nitrato

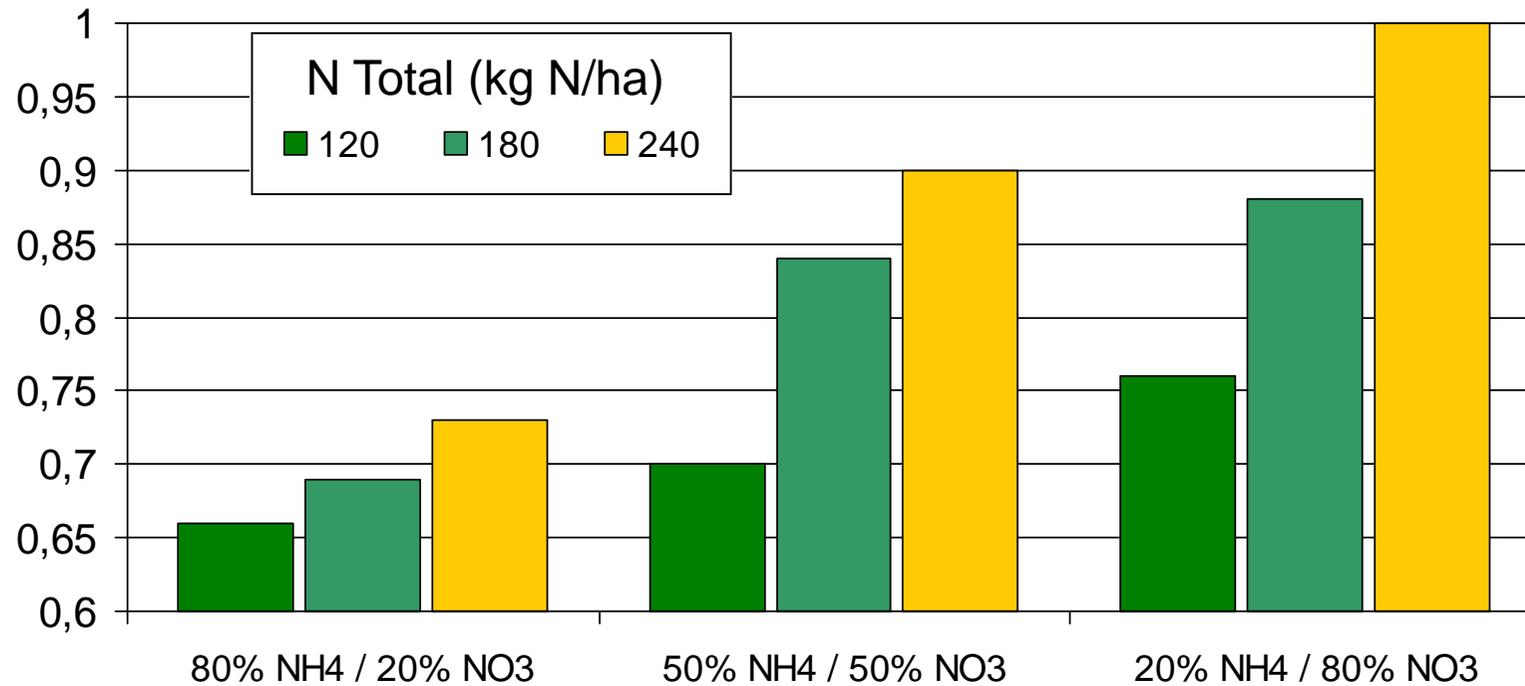
- Nitrógeno amoniacal
 - Exceso de NH_4^+ es tóxico y reduce el rendimiento
 - NH_4^+ no puede ser almacenado
 - NH_4^+ debe ser eliminado
- Nitrógeno nítrico
 - no tóxico
 - eficiente
 - Las papas prefieren nitrato



Efecto de la forma del N & dosis

Sudáfrica

Rel. Rendimiento del tubérculo



REF: O. Achilea et al. - 2000



Deficiencia de Nitrógeno en el campo



Deficiencia de Nitrógeno

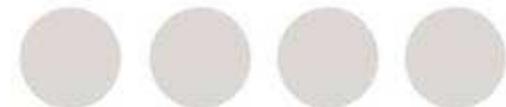
Temprana

Avanzada



Papa tiene alto riesgo de deficiencia de P

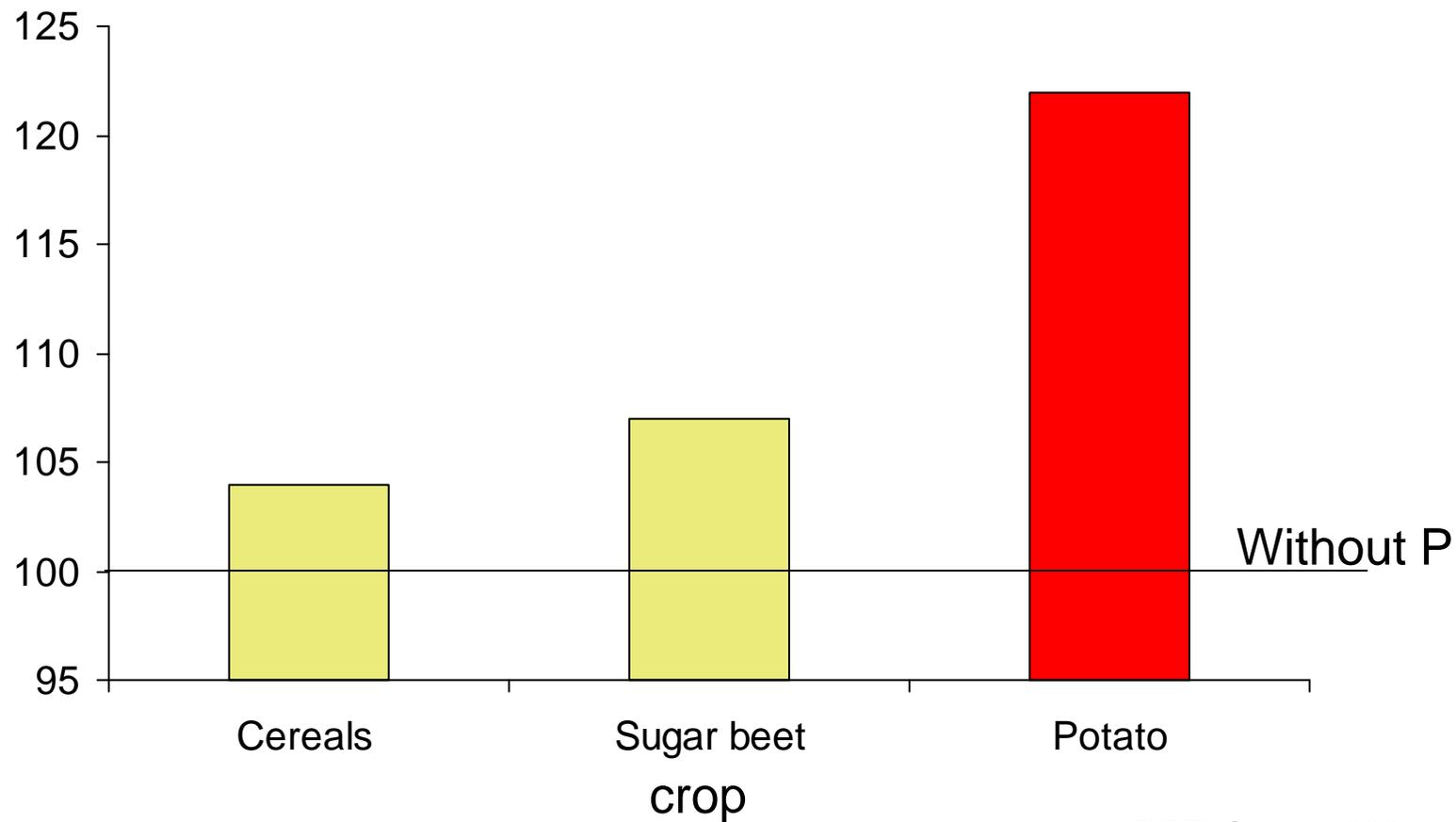
- Absorción limitada de P del suelo
 - Sistema radicular pobre
 - Baja movilidad del P en el suelo
 - Bajo contenido de P en la solución del suelo
- Absorción limitada de P durante el llenado del tubérculo, debido a que la raíz casi no tiene crecimiento adicional, lo que significa exploración limitada de P del suelo.
- Absorción del P soluble depende de:
 - temperatura
 - pH del suelo
 - materia orgánica y actividad microbiana



Papa muestra una fuerte respuesta al aporte de P, aún en suelos con buen contenido de P

Alemania- 14 años

Rel. rendimiento (sin P = 100 %)



REF: Solle -1980



Fósforo es la clave para la iniciación del tubérculo

La aplicación de P al inicio de la tuberización aumenta el número de tubérculos formados



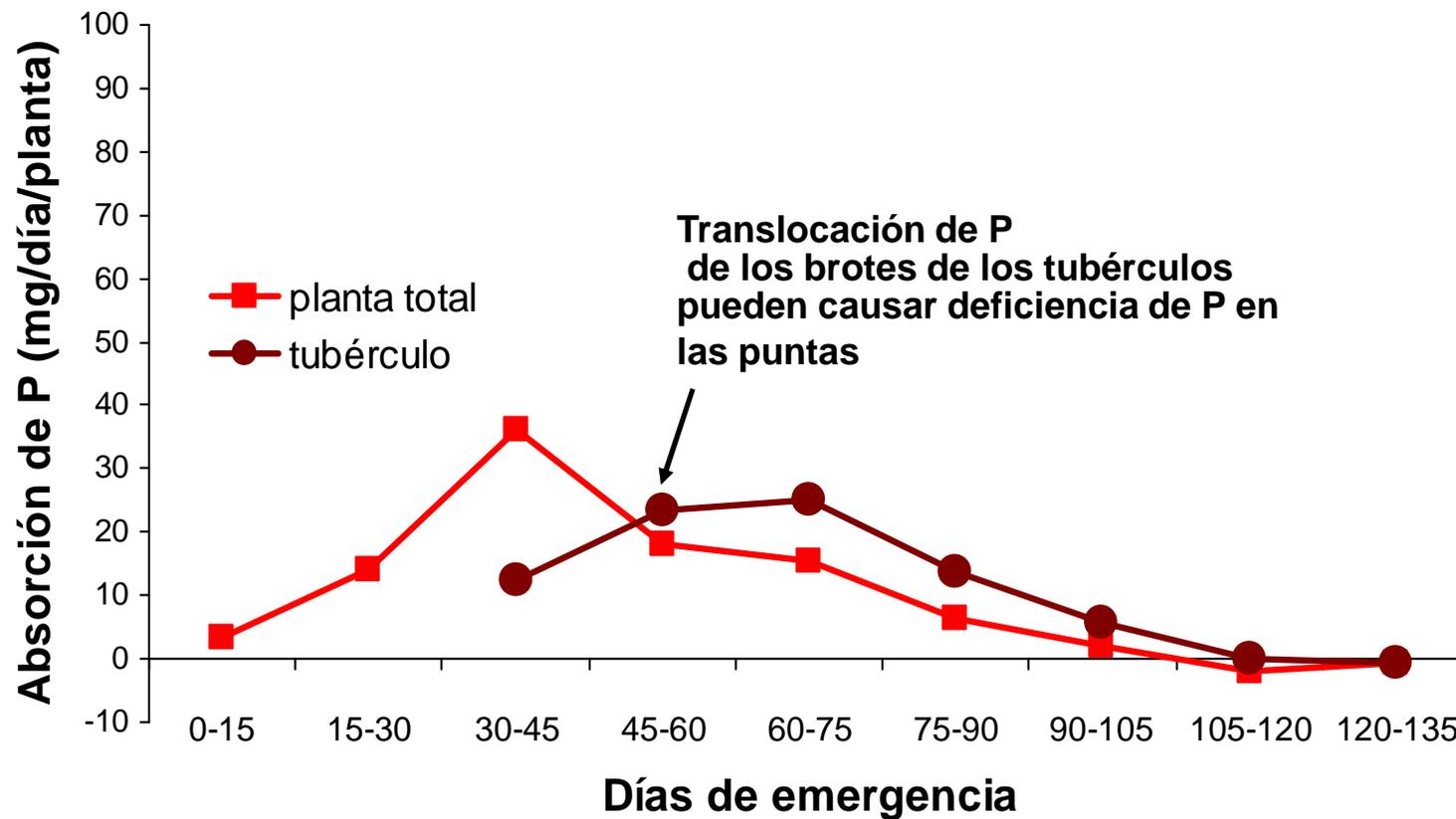
Inicio de la tuberización



Varía con la variedad – escarbar es la mejor manera de saberlo



Dosis diaria absorbida de P por la papa Alemania



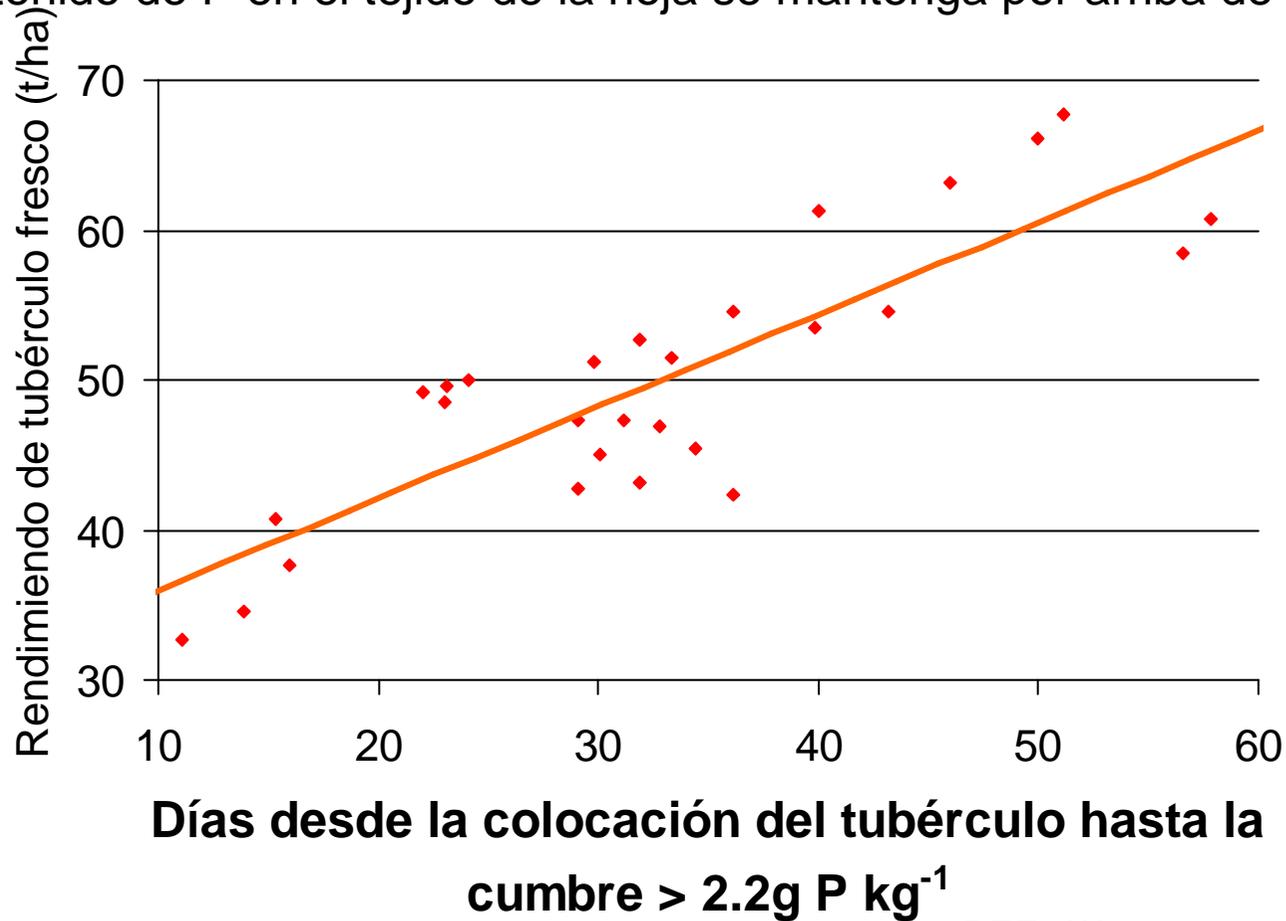
REF: Kolbe and Stephan-Beckmann - 1997



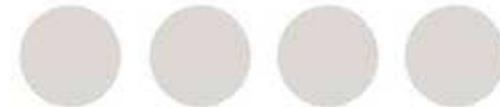
Fósforo foliar y rendimiento

USA

- Rendimiento de tubérculo se incrementa en 0.6t/ha por cada día que el contenido de P en el tejido de la hoja se mantenga por arriba de 0.22%

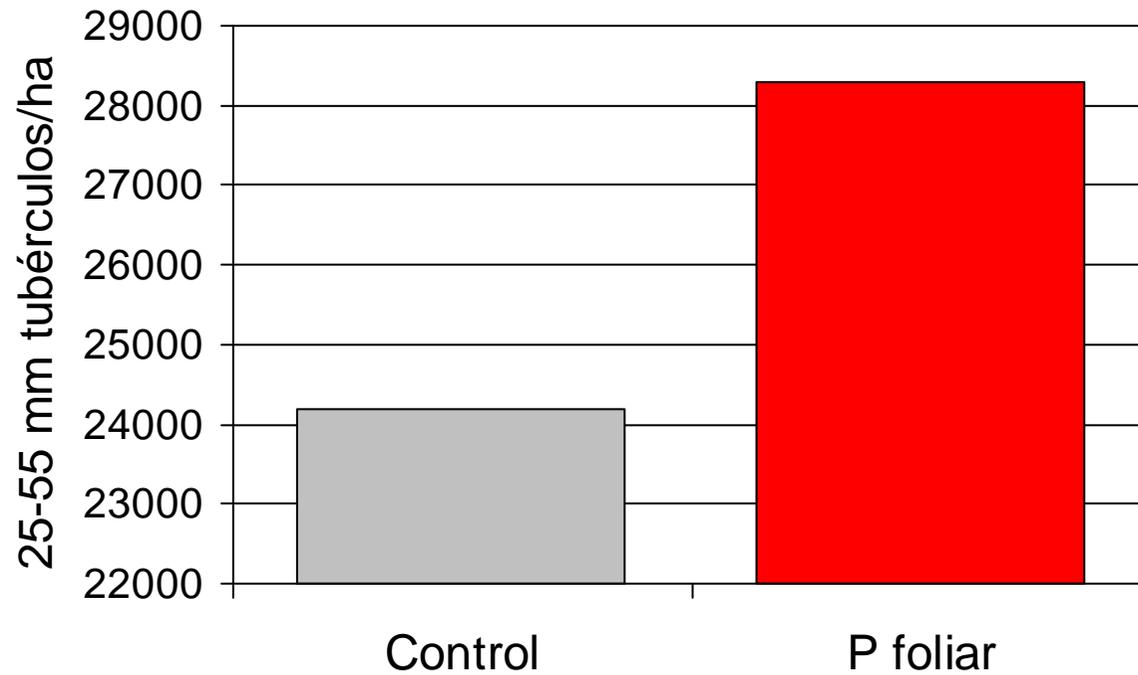


REF : Westermann and Kleinkopf - 1985



P foliar incrementa el número de tubérculos

Escocia



REF: Scottish Agricultural College – 1990

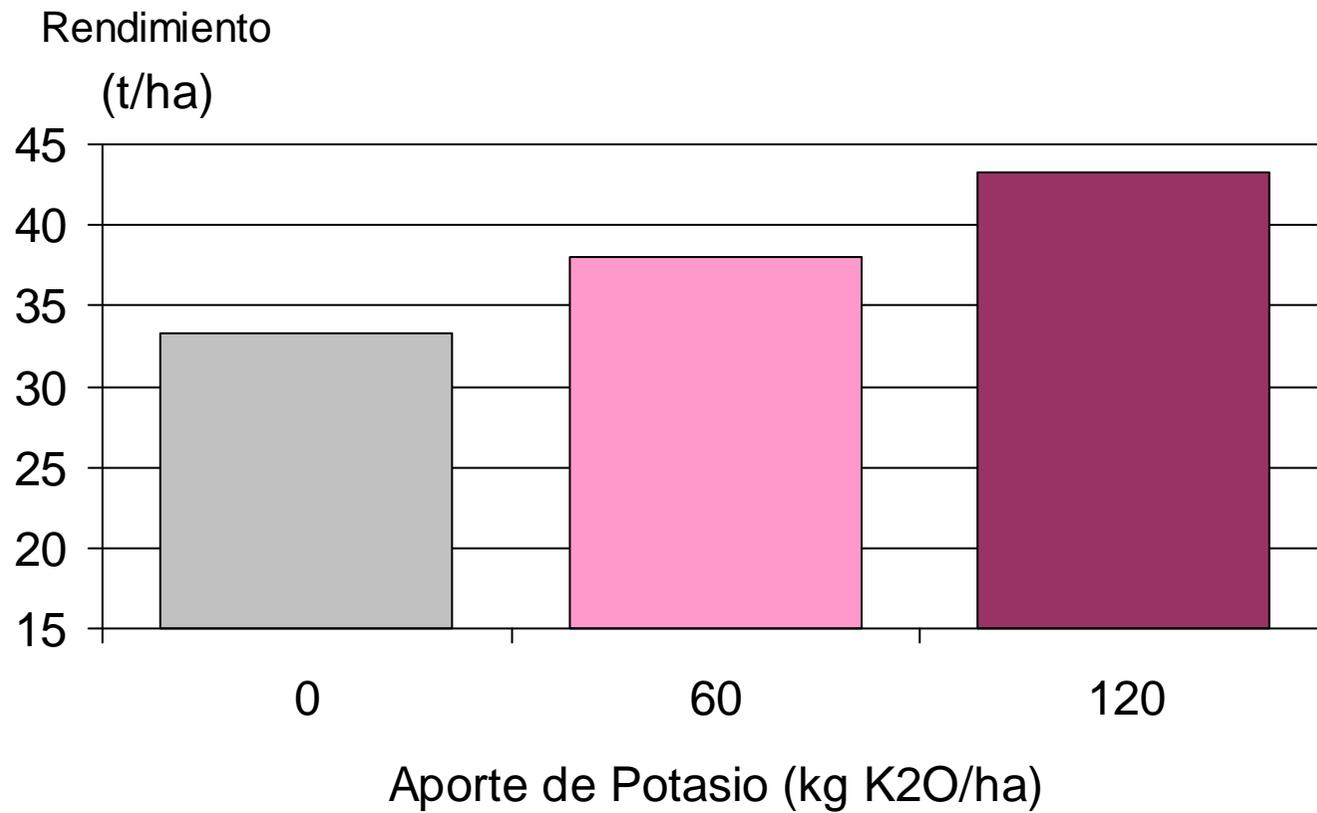
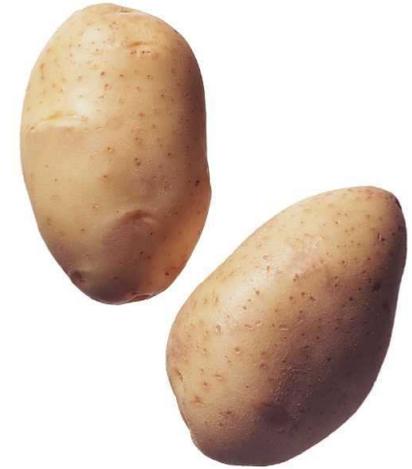


Deficiencia de Fósforo



Mejora el rendimiento con aporte de K

Ecuador



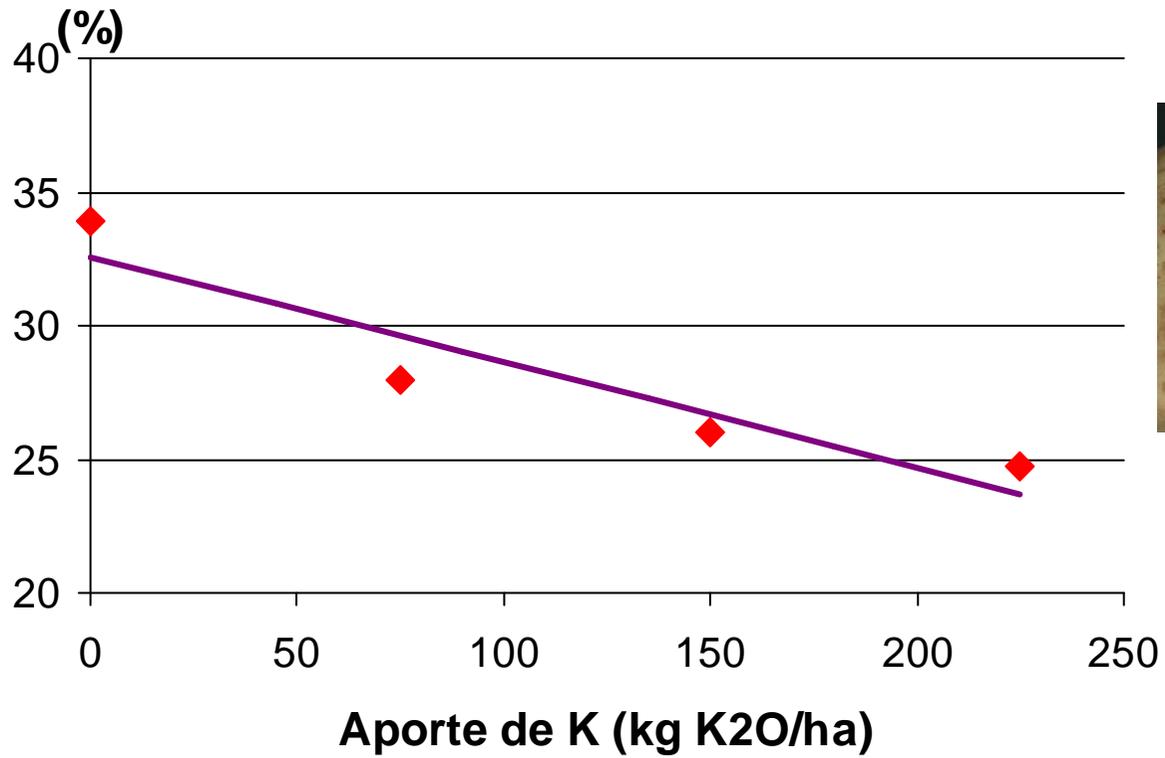
REF: Cordova and Valverde - 2001



Potasio decrece daño de tubérculo

Alemania

Tubérculos dañados

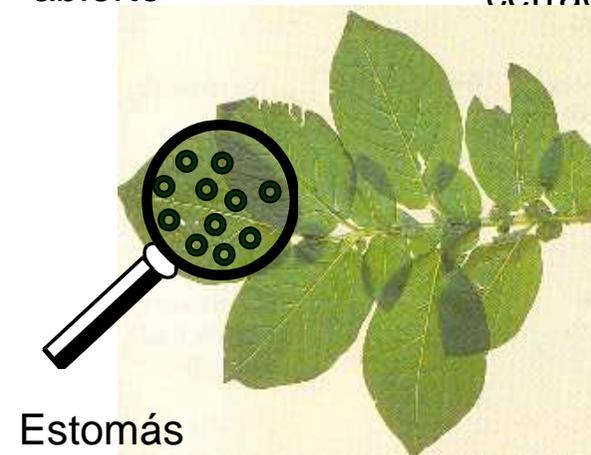
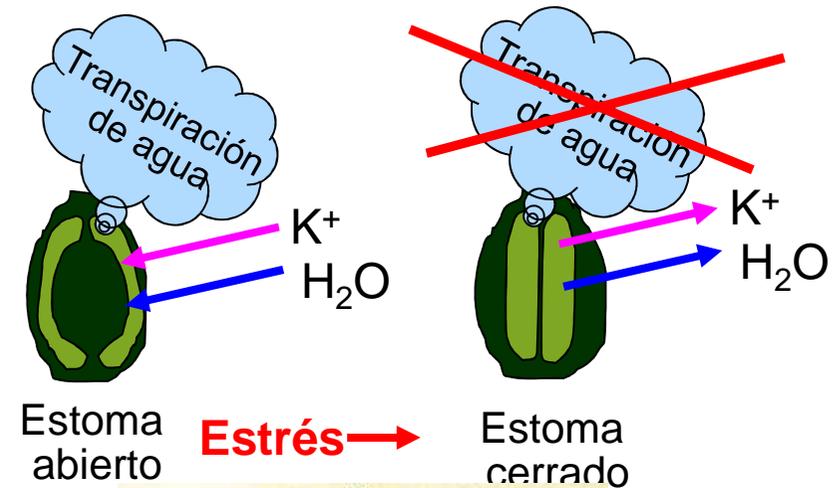
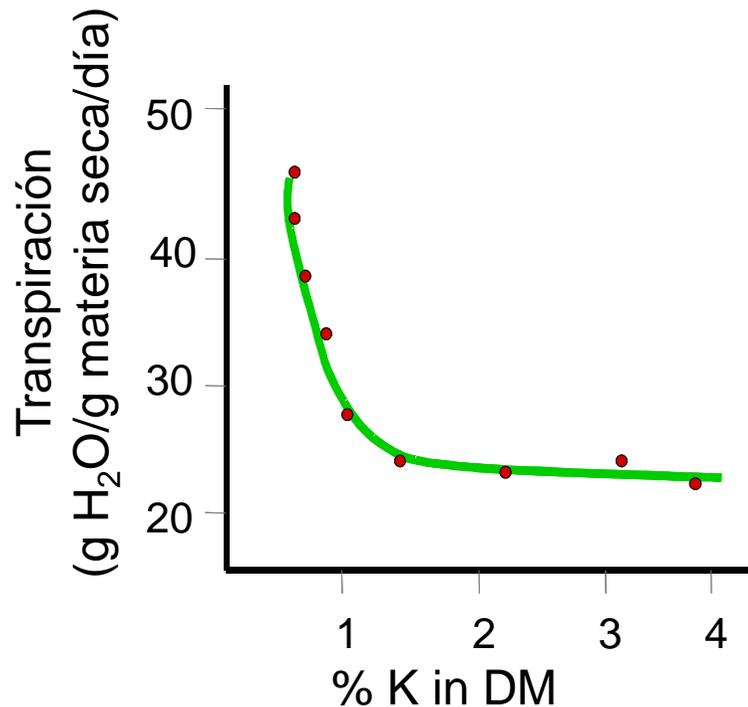


Tubérculos dañados

REF: Hunnius and
Bachthaler – IPI - 1977



Potasio está envuelto en la regulación estomática, por lo que un buen suplemento de K es esencial para reducir la pérdida por transpiración durante las condiciones de estrés



REF: Blanchet et al. - 1962



Potasio mejora la tolerancia a helada rendimiento

India

K aplicado (lb/A)	Rendimiento (tons/A)	Daño foliar por hielo (%)
0	5.9	30
50	6.7	16
100	7.1	7



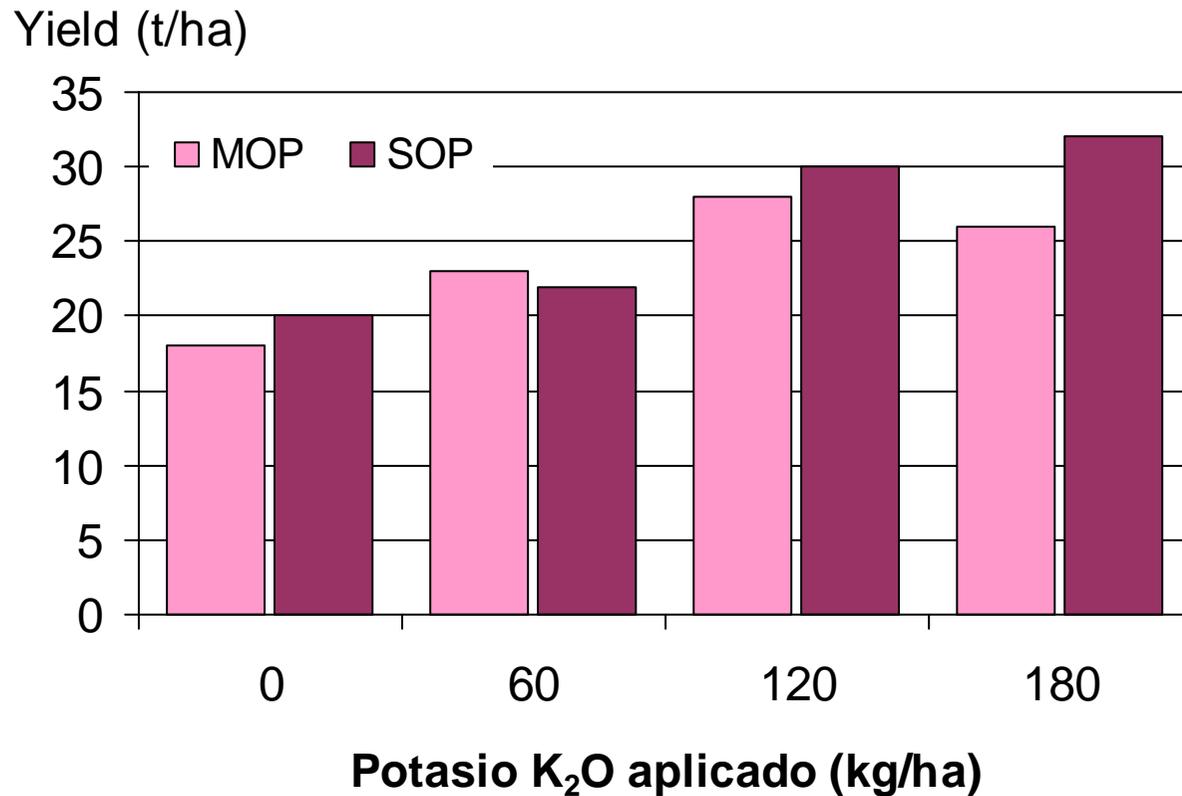
Daño por helada

REF: Grewal and Singh -1980



Sulfato de Potasio (SOP) es superior a Cloruro de Potasio (MOP) en términos de rendimiento

India



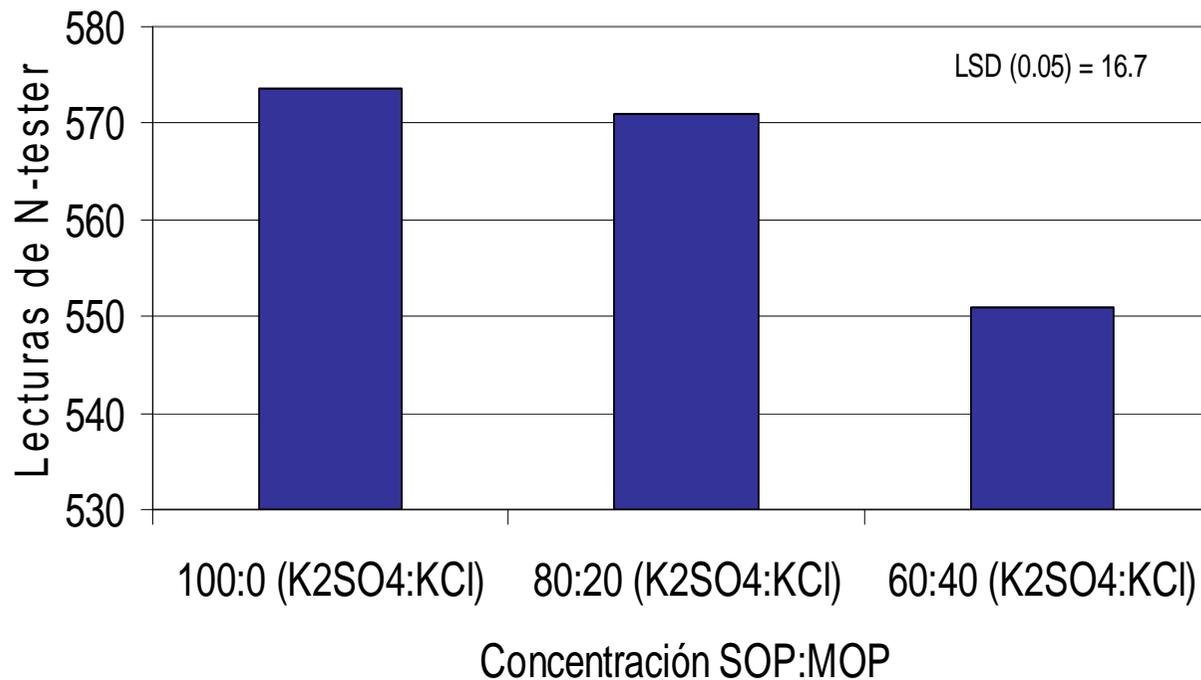
REF : Sahid Unmar & Moinuddin - 2001



Cloruro en KCl compite con absorción de Nitratos – baja absorción de N = bajo contenido de clorofila

Sud África

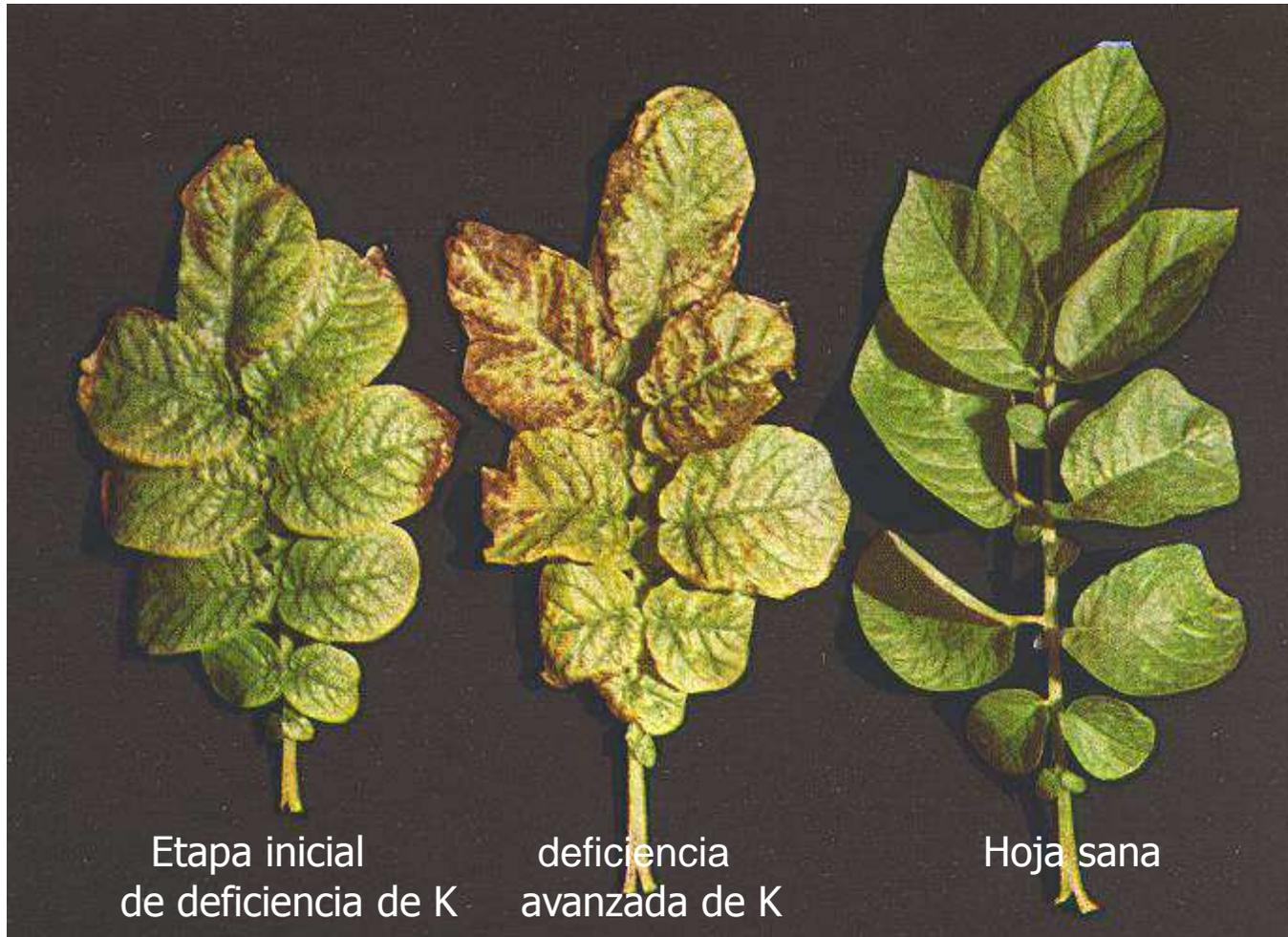
Lecturas de N-Tester en papas de 12 semanas



REF: Yara / Kynoch -2000



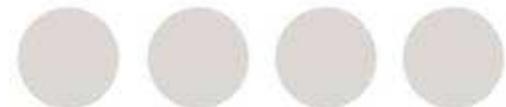
Deficiencia de Potasio



Etapa inicial de deficiencia de K

deficiencia avanzada de K

Hoja sana



Calcio – tubérculo tiende a ser deficiente

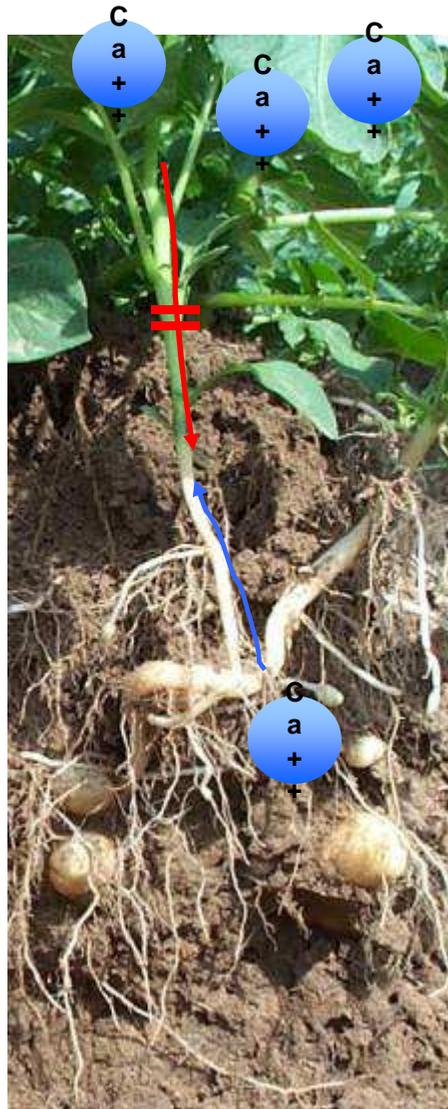
- Ca es un nutriente esencial para la planta (absorción es de cerca de 50 kg Ca/ha), aporte suficiente de Ca es pre-requisito para el desarrollo vital del cultivo.
- Debido al limitado transporte dentro del cultivo, los tubérculos, especialmente el centro, tiende a tener muy bajos niveles de Ca.
- Por lo tanto es posible que el contenido de Ca de los tubérculos es insuficiente con efecto adverso en la calidad del tubérculo, a pesar de un aporte moderado del suelo.



El transporte de Ca es un proceso de una sola vía - Ca va al Xilema junto con el agua a las puntas

No hay regreso-
Casi nada de Ca se transporta en el Floema de regreso a las raíces

Raíces y tubérculos tienen que llevar la demanda de Ca absorbiendo de la solución del suelo



Acumulación en los tejidos de transpiración, i.e. hojas

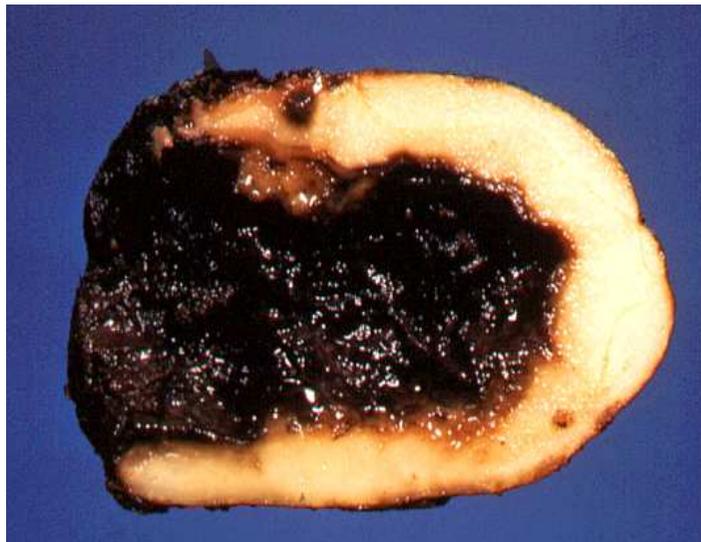


La mayoría del Ca es llevado hacia arriba por las raíces principales y jalado hacia arriba por la transpiración viajando por los vasos del Xilema

Órganos de baja transpiración, como tubérculos son pobres en Ca



Calcio reduce enfermedades en Papa



Ca en piel de tubérculo	Superficie de area afectada (%)
0.1%	90
0.2%	50
0.3%	20
0.5%	No existe

Pectato de Calcio en paredes celulares de tubérculo da resistencia a al ataque de *Erwinia*



Desórdenes por deficiencia de Calcio



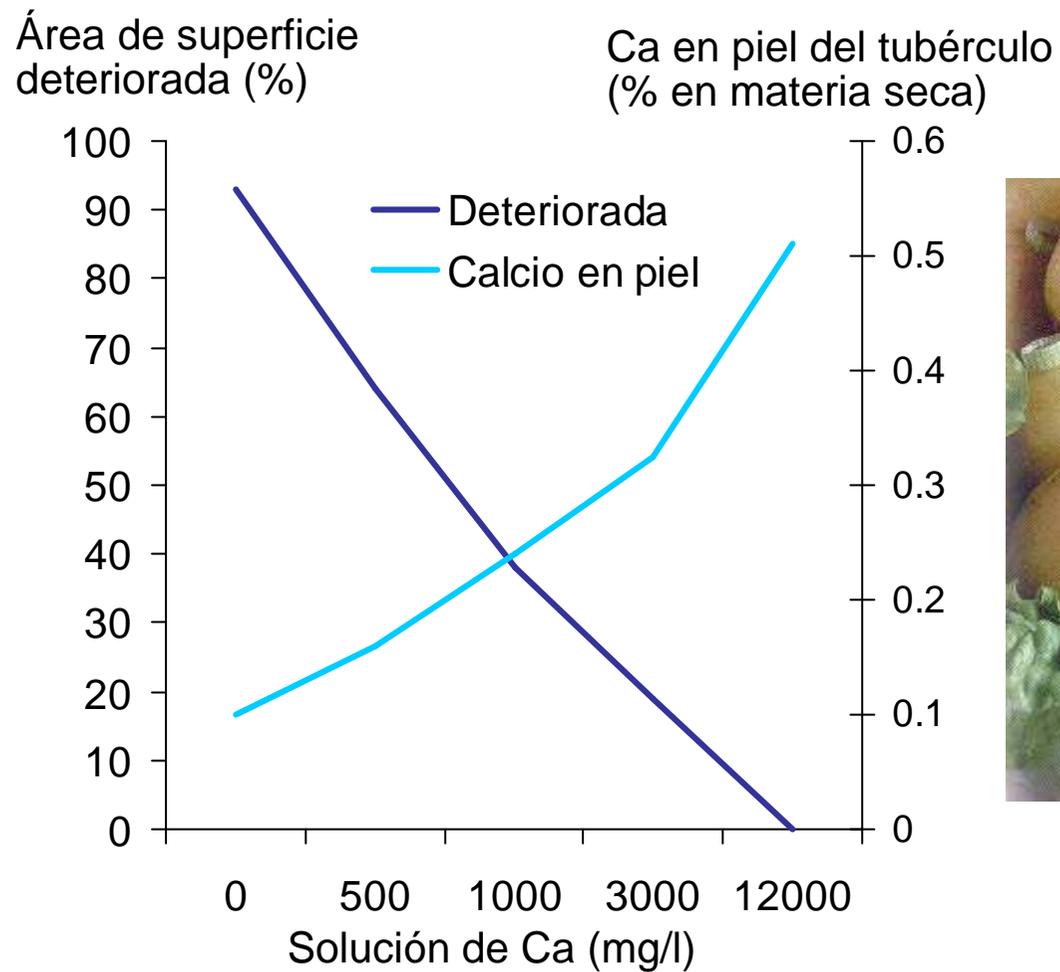
Pudrición apical en repollo

Pudrición apical en lehua
(derecha)



Calcio & terminado de piel

USA



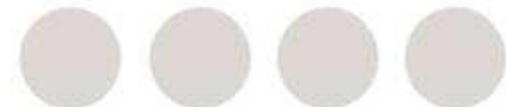
REF: McGuire & Kelman - 1984



Importancia de Ca en la producción de minitubérculos en hidroponía

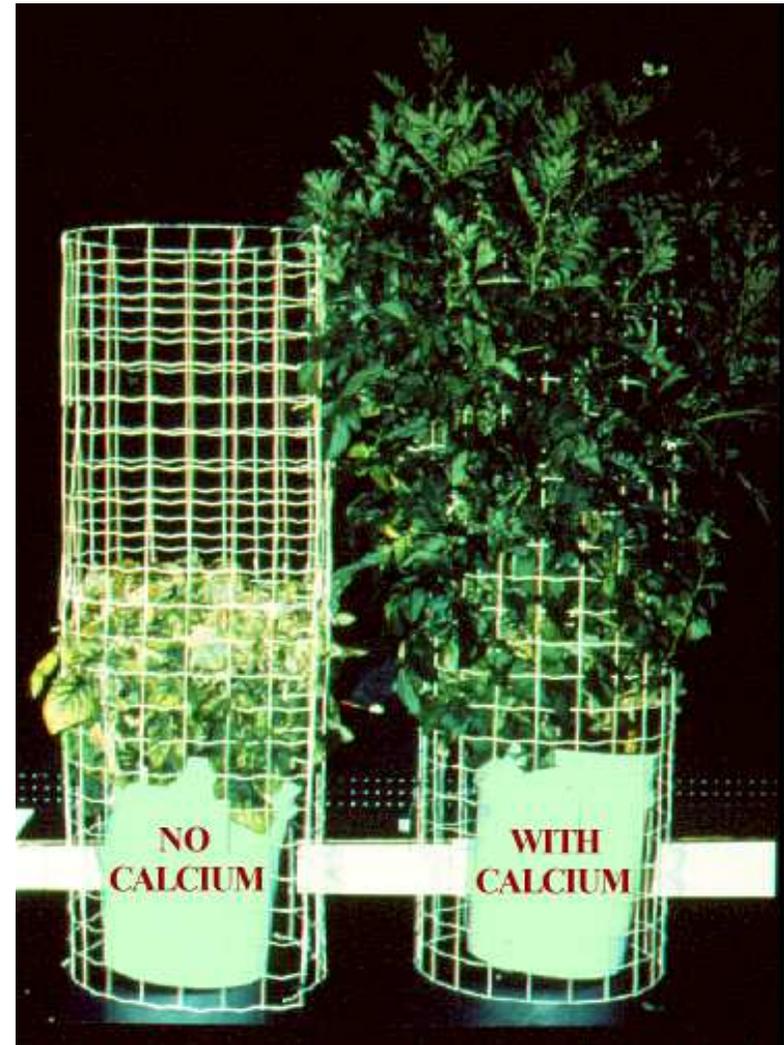


Cuando se remueve Nitrato de Calcio, la piel del tubérculo se agrieta y, ocurre despellejamiento y descomposición interna.



Calcio y el estrés por calor

- Estudios en la universidad de Wisconsin muestra que las plantas con Ca producen más tubérculos cuando están expuestas al estrés por calor
- Sin Ca los rendimientos se reducen hasta 30%



Las plantas con Ca crecen aún bajo estrés de calor

Calcio (ppm)

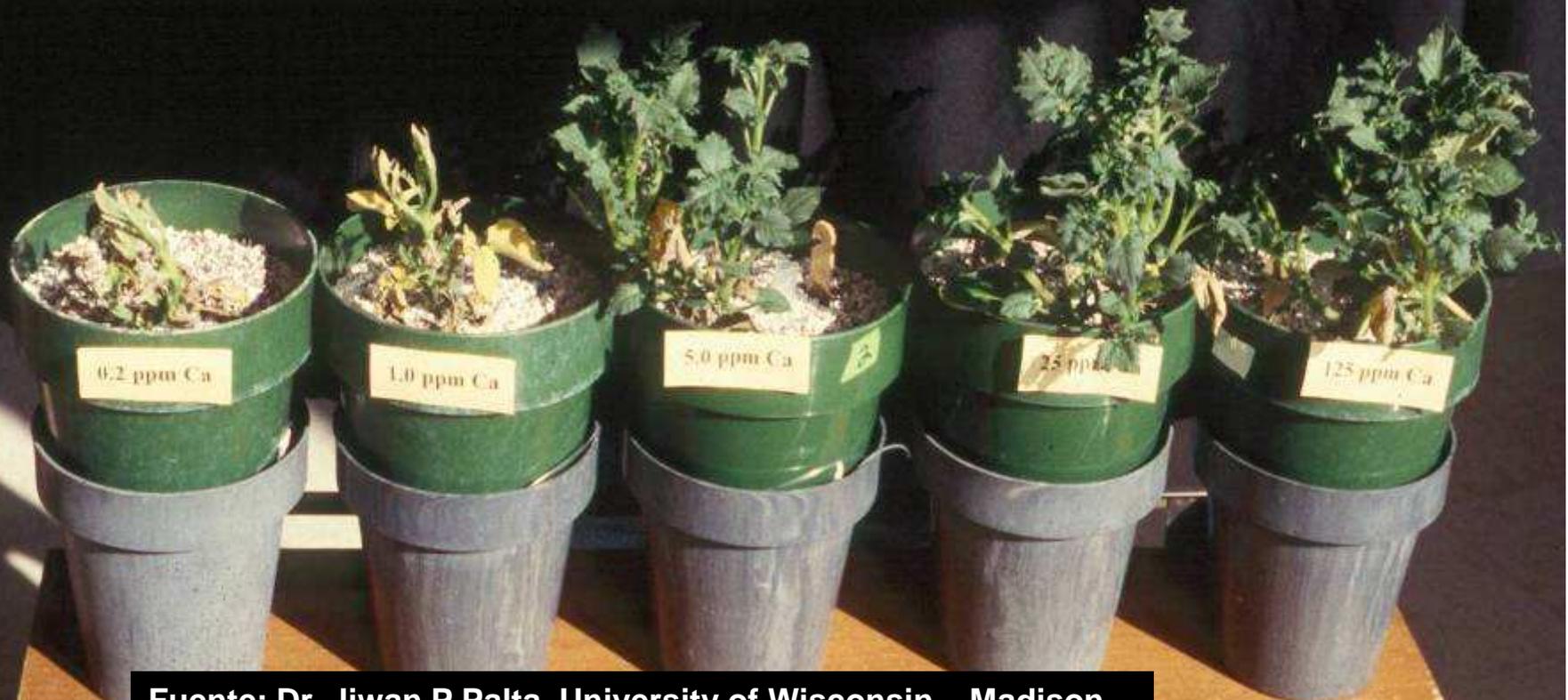
0.2

1

5

25

125



Fuente: Dr. Jiwan P Palta, University of Wisconsin – Madison

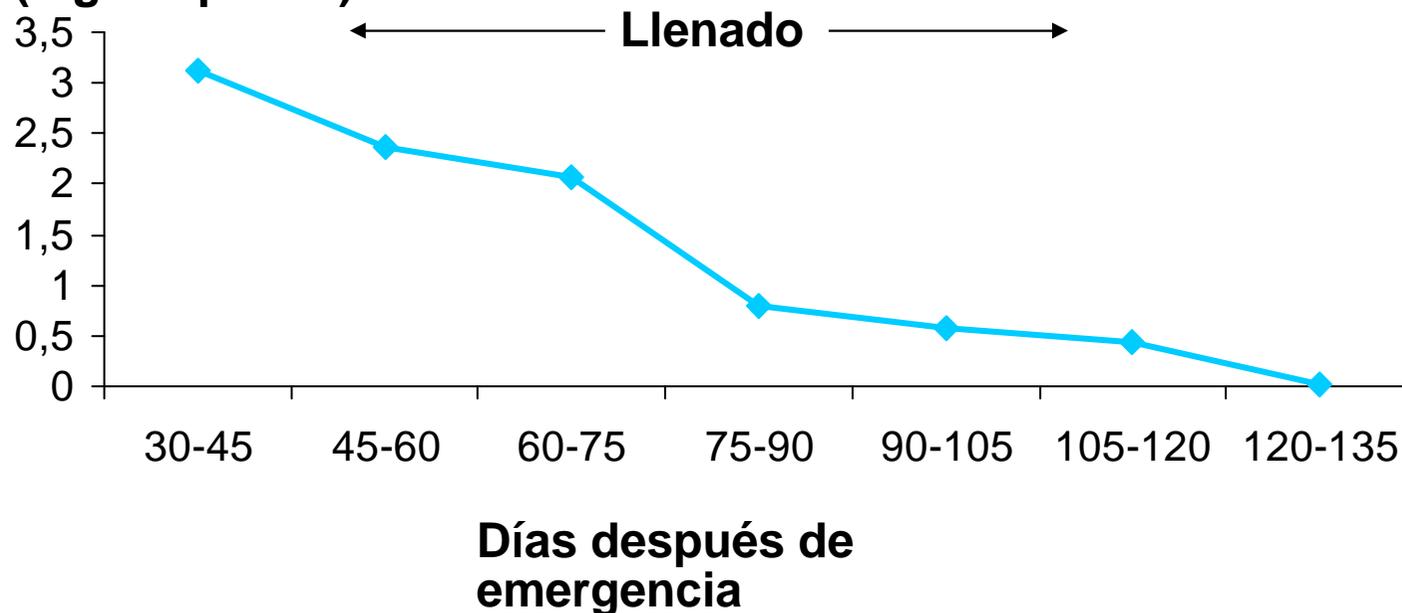
From: Kleinhenz M.D. and Palta J.P. 2002. Root zone calcium modulates the response of potato plants to heat stress. *Physiol Plant.* (115):111-118.

Manejo de Ca – momento adecuado

Alemania

- Calcio debe estar continuamente disponible durante el desarrollo del tubérculo.
- Aporte suficiente de Ca debe asegurarse durante la fase de llenado del tubérculo.

Tasa de absorción de Ca por el tubérculo (mg/día/planta)

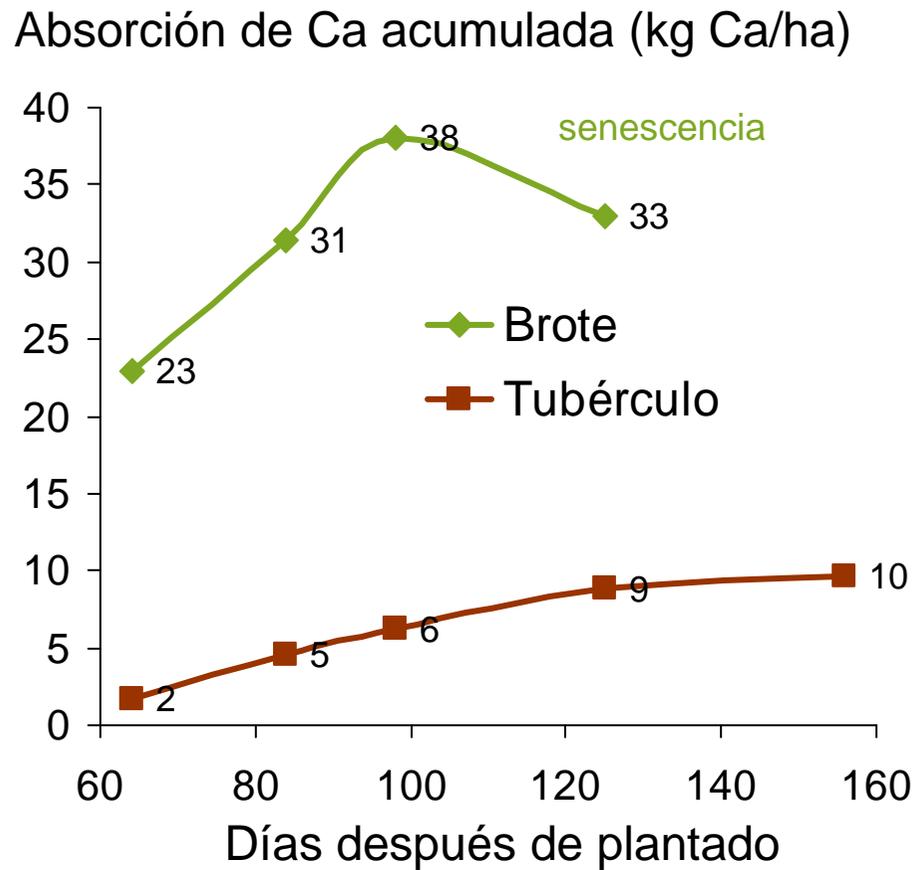


REF: Kolbe & Stephan-Beckmann - 1997



La absorción de Ca por el tubérculo continua durante la senescencia de la hoja hasta la cosecha

USA



REF: Simmons et al. -1988



Manejo-colocación de Ca USA

- Ca debe ser aportado en el área de la formación del tubérculo.
- Es posible la absorción directa de Ca por el tubérculo, pero solo a la peridermis. El transporte de la peridermis hacia dentro de la pulpa parece no ser posible.
- Con el propósito de mejorar el Ca de la pulpa, Ca debe ser absorbido por las raíces del estolón y tiene que ser transportado dentro del tubérculo vía anillo vascular.



REF: Busse & Palta - 2006

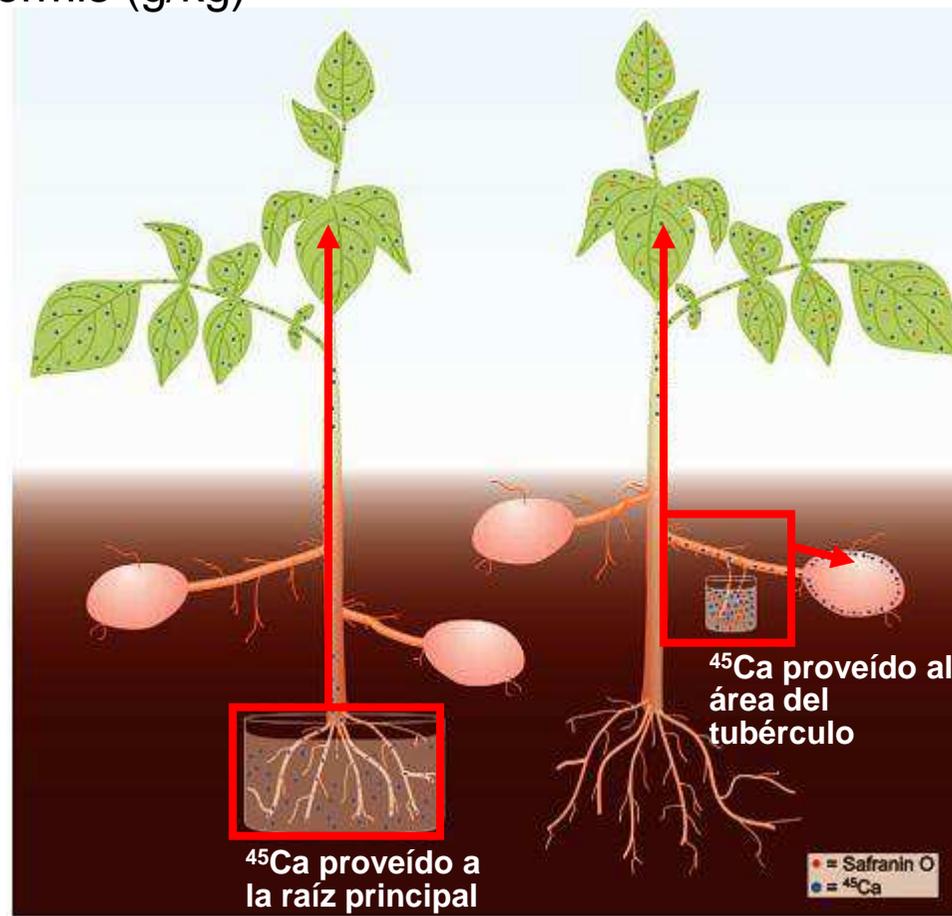


Ca solo entra al tubérculo cuando las raíces del estolón cerca del tubérculo son alimentadas

USA

Ca en peridermis (g/kg)

Ca proveído solo a la raíz principal, no es translocado al tubérculo, pero si a la parte apical aérea.

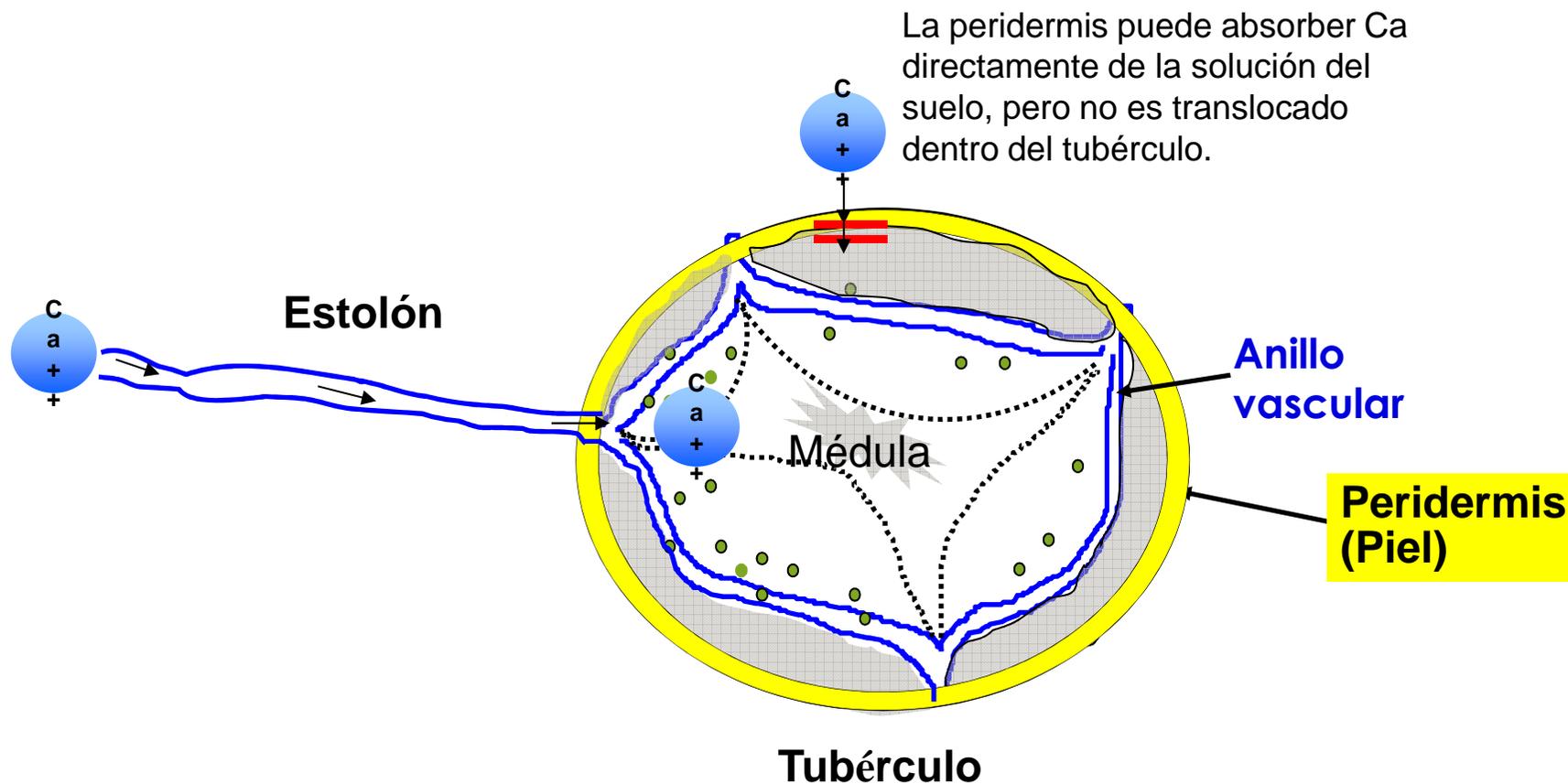


Ca proveído solo a la parte del tubérculo, no es translocado a la raíz principal, pero si al tubérculo y a la parte apical aérea.

REF: Busse & Palta - 2006



Con el propósito de mejorar el contenido de almidón en el tubérculo, el Ca debe ser suministrado por el estolón



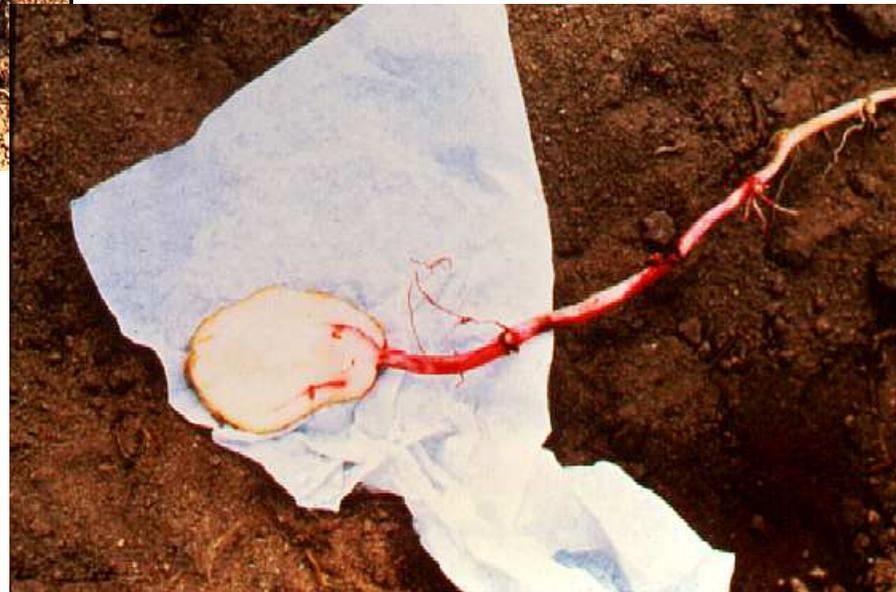
Conección estolón-tubérculo

USA

Los estolones absorben dyed water



dyed water viaja hacia dentro del tubérculo



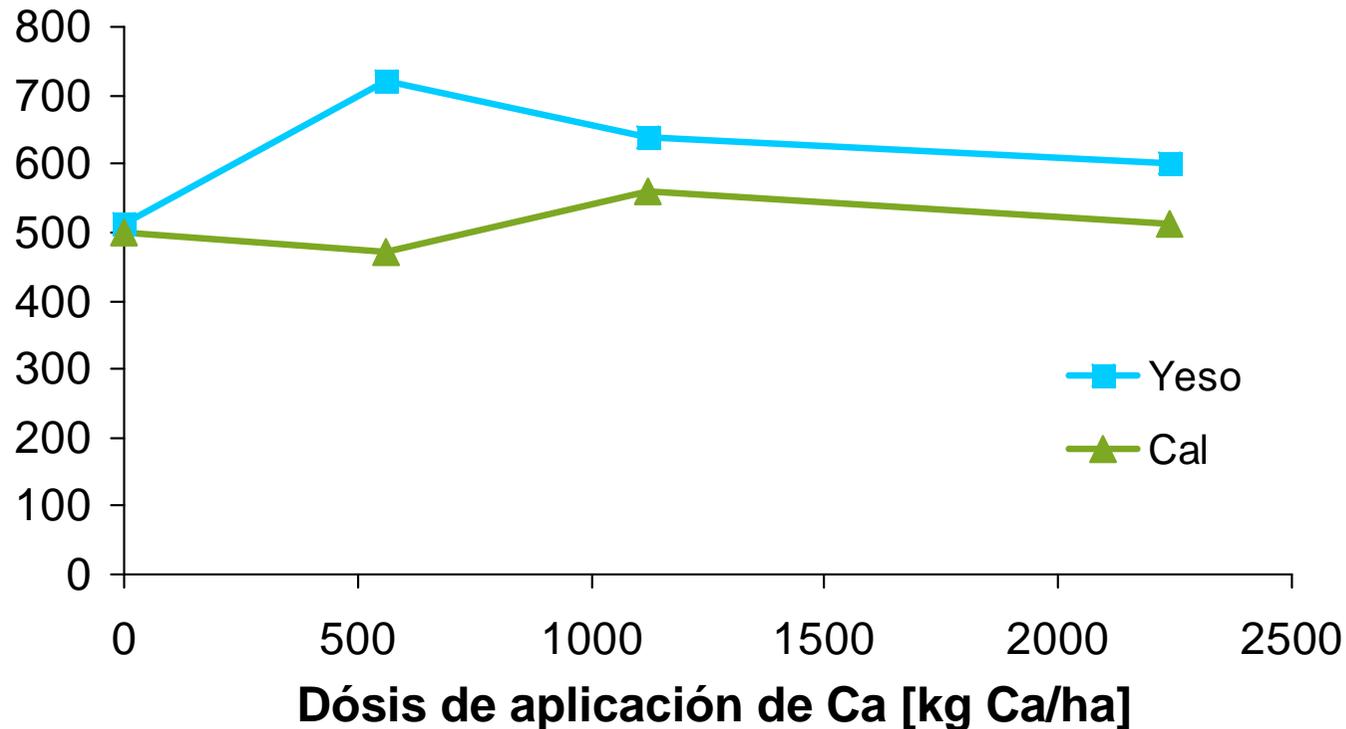
REF: Palta -1996



La cal no tiene impacto sobre el nivel disponible de Ca en la planta, mientras que el yeso incrementa la disponibilidad de Ca

Alemania; ensayo 2002; suelo areno arcilloso; pH 5 - 6

Ca en solución del suelo [ppm]

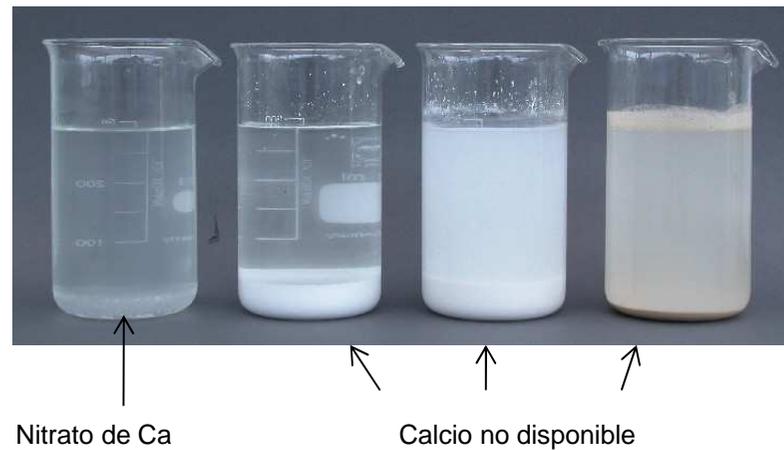


REF: Sulaiman - 2005



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

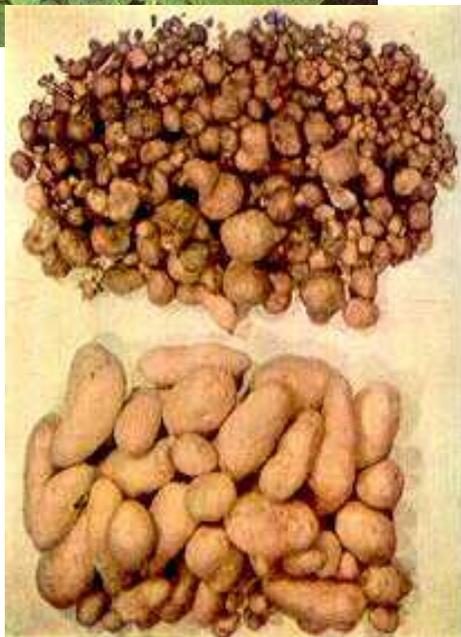


Deficiencia de Calcio - hoja



Quemado de punta
en hoja

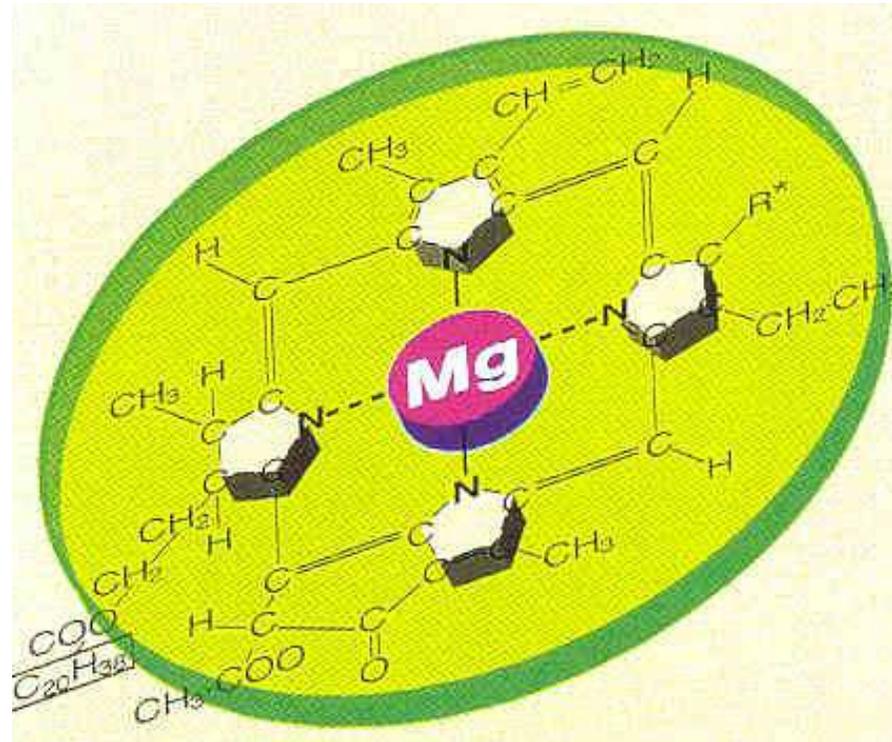
Ocurre en suelos ácidos,
arenosos



**Tubérculos
no
desarrollan
bien**



El rol del Magnesio

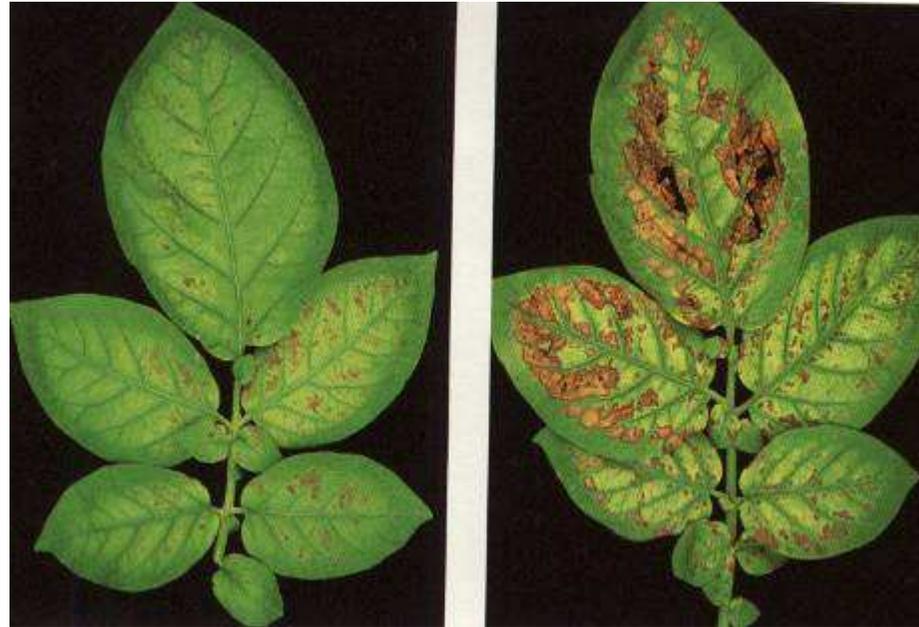


- Componente central de la molécula de clorofila 10 – 15%
- Activador enzimático en la transferencia de energía & síntesis proteica 85%



Magnesio

- Bajo Mg puede
- decrecer
 - rendimiento
 - Contenido de almidón
 - **protein therefore taste**
- incrementa
 - Decoloración enzimática

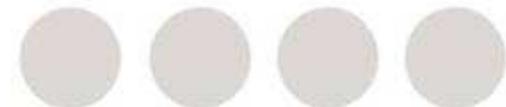


Nota: en papas los síntomas de deficiencia de Mg no se extienden por el margen de la hoja



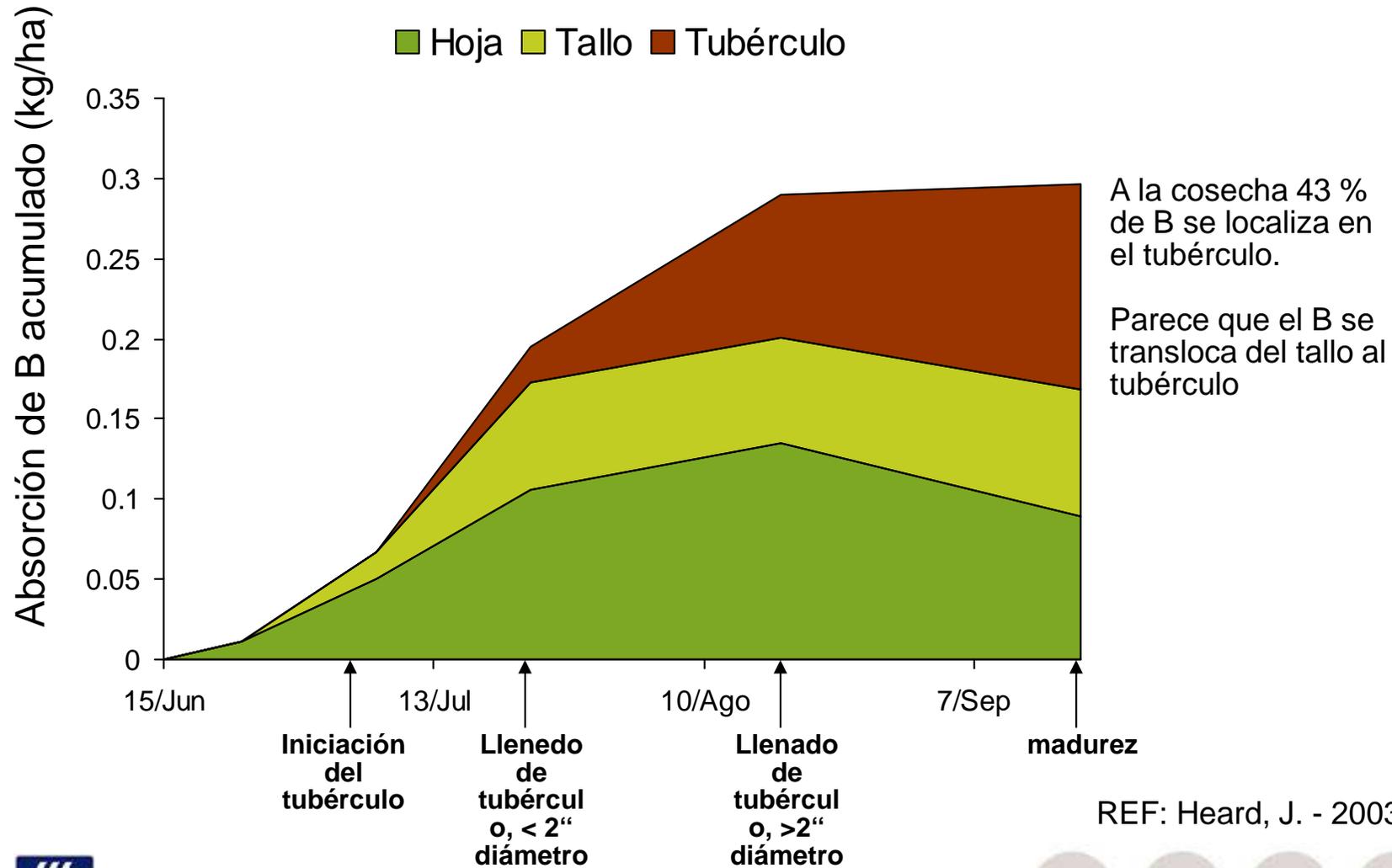
Nutrición de papa

Elementos traza



Curva de absorción de Boro en papa

Canadá



REF: Heard, J. - 2003



Síntomas de deficiencia de Boro en papa

- Las plantas tienen apariencia bushy debido a su escaso crecimiento, los ápices se necrozan y hay muerte descendente.
- En los tubérculos de papa, **el Boro es esencial para la calidad**; estabiliza la pared celular y ayuda a sobrellevar el estrés ambiental.
- En deficiencia, la piel del tubérculo por lo general rasposa y quebradiza, con necrosis bajo la piel. Los anillos de los tejidos vasculares se ponen cafés.



Deficiencia de Boro

Hojas apicales se deforman

Experimento en macetas



Deficiencia de Boro

Hojas apicales se deforman

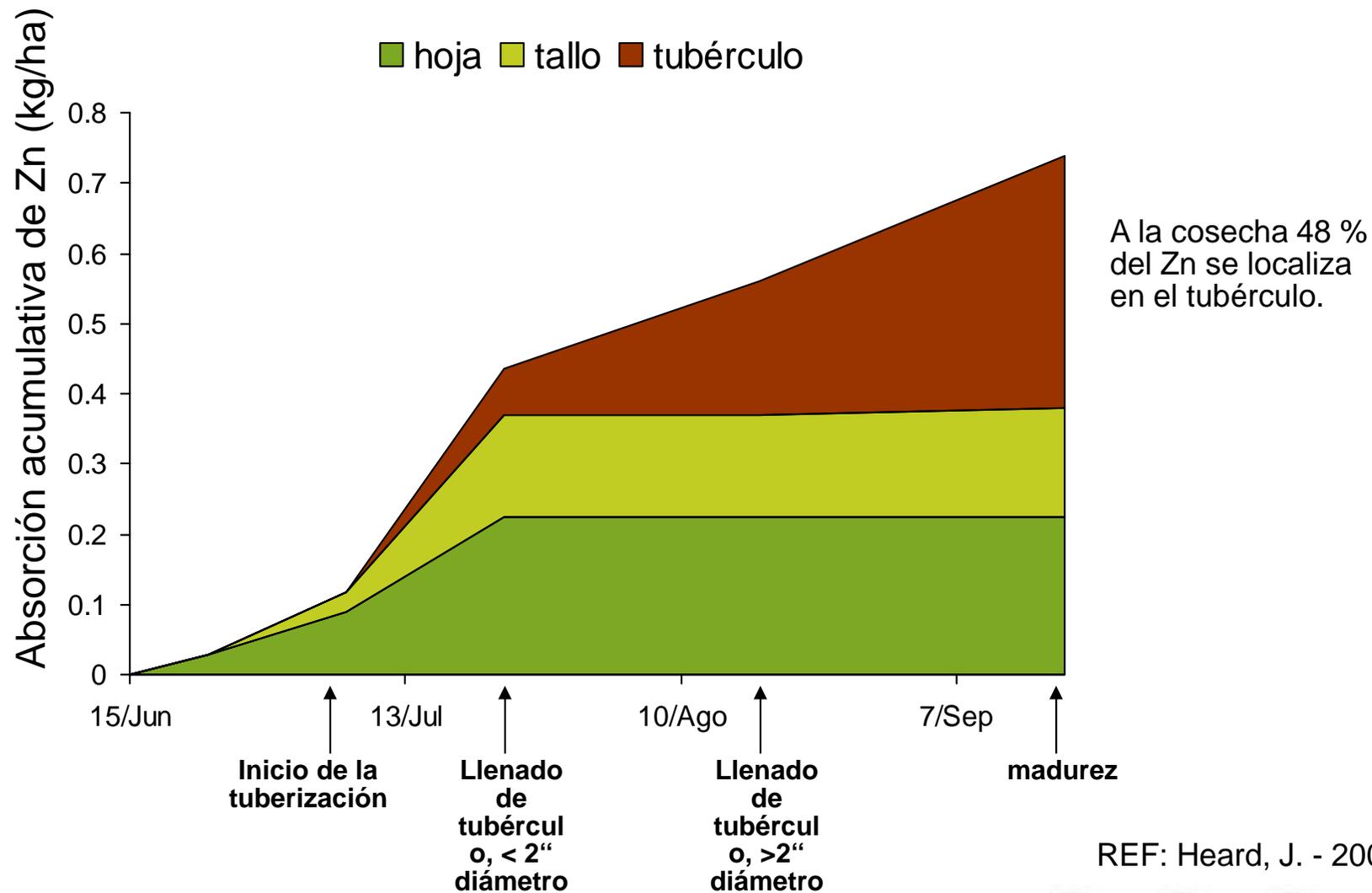


En el campo



Curvas de absorción de Zinc (Zn) en papa

Canadá



REF: Heard, J. - 2003



Síntomas de deficiencia de Zinc (Zn) en papa

Zinc actúa como agente precursor de las reacciones enzimáticas, protege las proteínas de la desnaturalización. También juega un rol en el metabolismo del Nitrógeno.

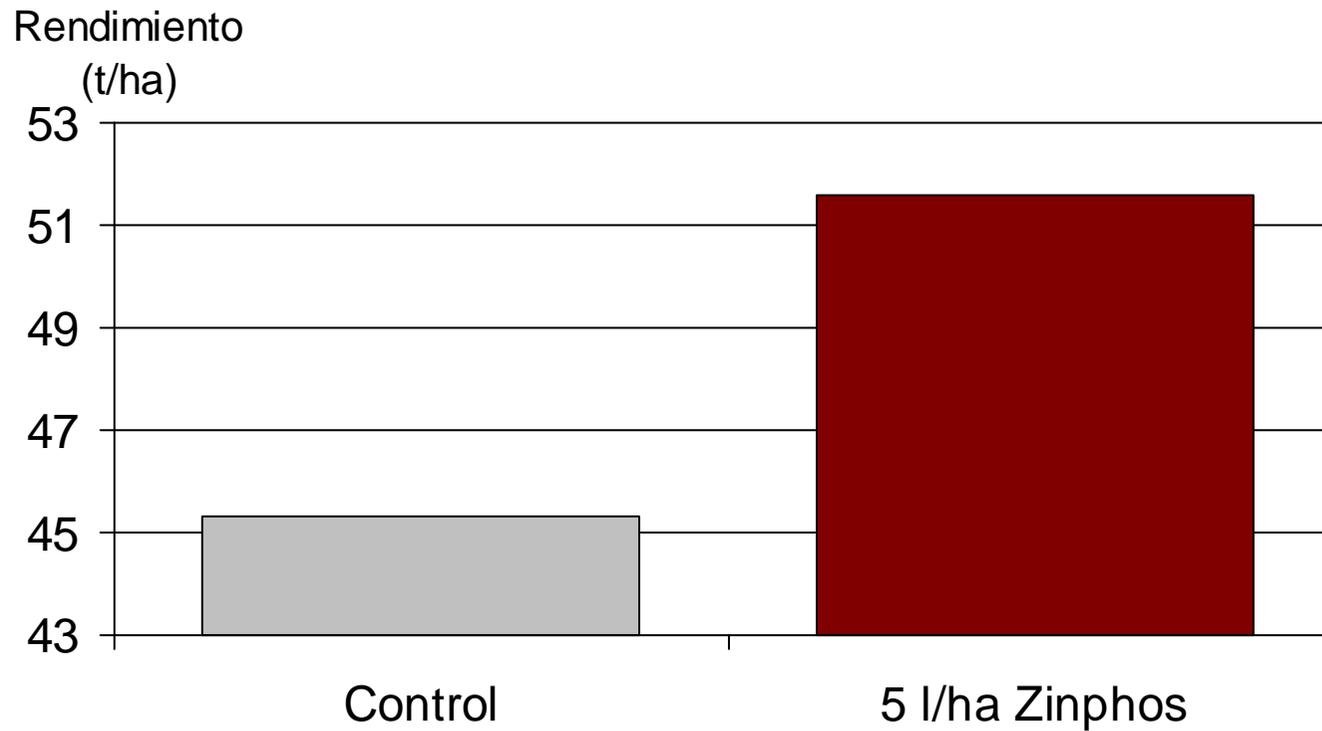
Efectos de rendimiento a la aplicación de Zn pueden esperarse en suelos bajos en Zn y con pH alto o bajo

Zinc es usado para suprimir la sarna polvosa, pero solo aplicaciones al suelo proveen suficiente Zinc para tener un efecto sobre ello.



Zinc foliar y rendimiento

Chile



Modo de aplicación: 5 L/ha al comienzo de la floración

REF: Yara Phosyn/Shell - 1992



Deficiencia de Zinc

Hojas pequeñas con crecimiento retrasado. Hojas con poco desarrollo

