



Knowledge grows

"Rol de la nutrición foliar en los cultivos de exportación"

Ing. Gonzalo Casavilca
2019

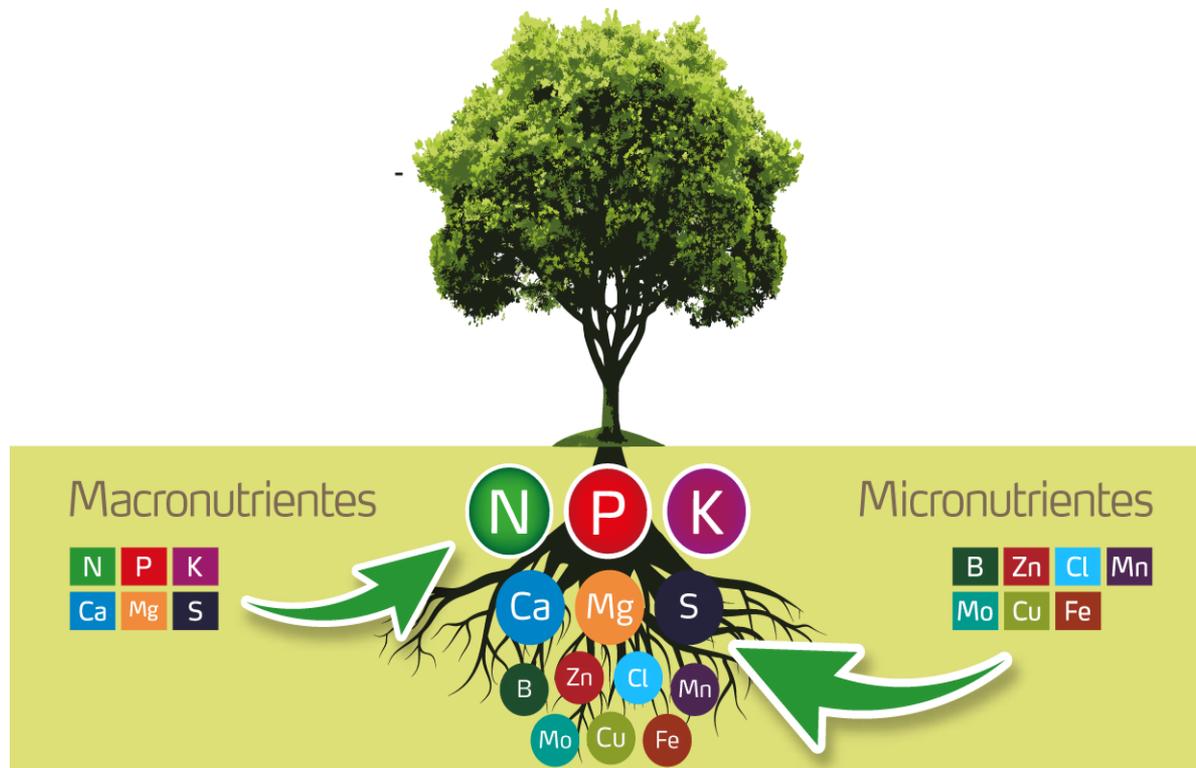


Fertilización foliar

- De acuerdo a su propósito la nutrición foliar se puede dividir en las siguientes categorías:

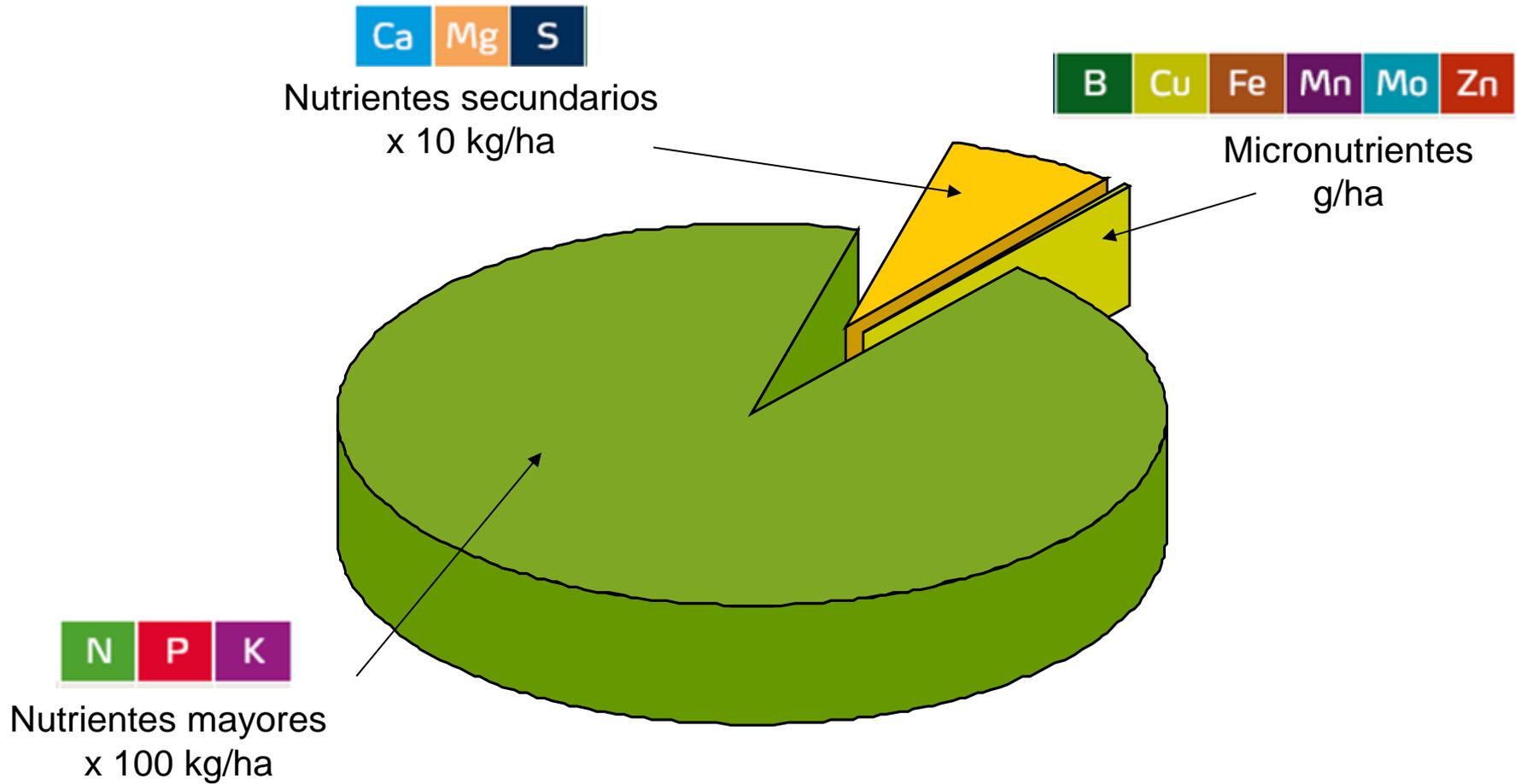
- a. **Fertilización correctiva:** Suministro de elementos para superar deficiencias evidentes.
- b. **Fertilización preventiva:** Cuando ya se sabe que un determinado elemento es deficiente en el suelo. Ejm.: zinc y boro
- c. **Fertilización complementaria:** Aplicación de una fracción del fertilizante al suelo y la otra al follaje. Normalmente se provee de micro nutrientes a nivel foliar.

Nutrir = Nutrición = Nutrientes

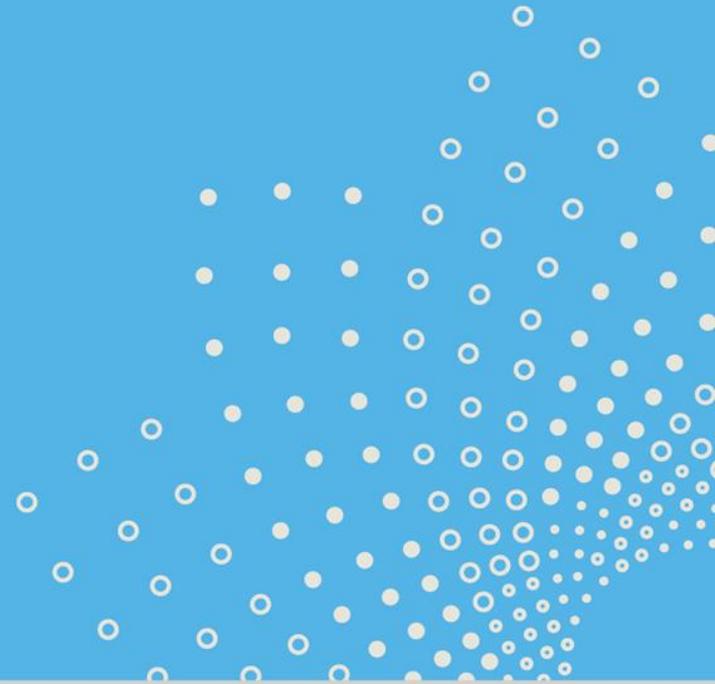


- Otros nutrientes benéficos, p.e. Selenio, Silicio, Yodo, etc.
- Bio-estimulantes: Cualquier sustancia o microorganismo aplicado a las plantas para:
 - Incrementar la eficiencia de uso de los nutrientes
 - Incrementar la tolerancia a estrés abiótico
 - Mejorar la calidad del producto cosechado

Demanda relativa de nutrientes por las plantas

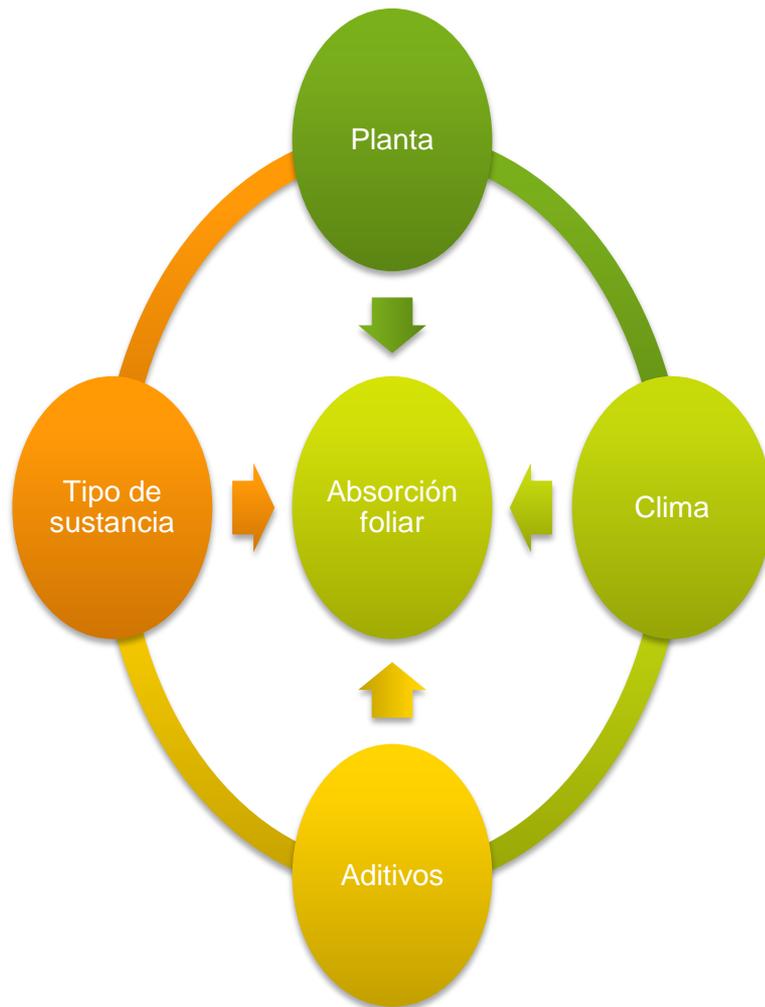


Fundamentos de la fertilización foliar

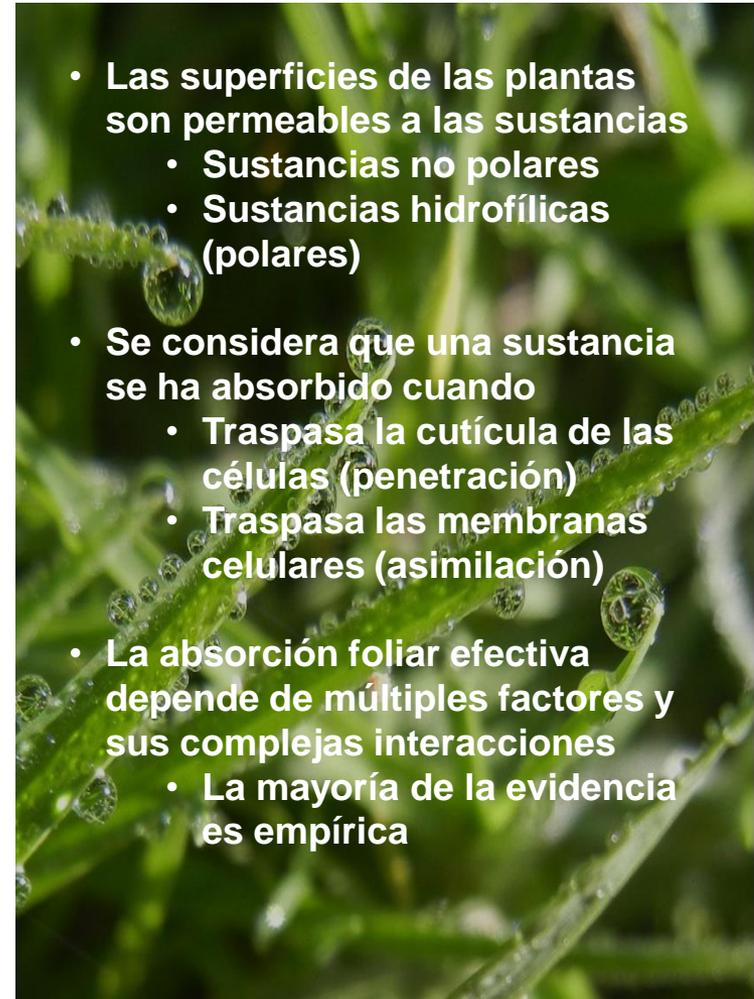


Fundamentos de la fertilización foliar

Aspectos generales



- Las superficies de las plantas son permeables a las sustancias
 - Sustancias no polares
 - Sustancias hidrofílicas (polares)
- Se considera que una sustancia se ha absorbido cuando
 - Traspasa la cutícula de las células (penetración)
 - Traspasa las membranas celulares (asimilación)
- La absorción foliar efectiva depende de múltiples factores y sus complejas interacciones
 - La mayoría de la evidencia es empírica



Fundamentos de la fertilización foliar

Algunos conceptos

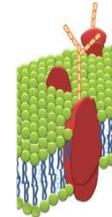
Para que los nutrientes aplicados a las hojas tengan eficacia, se requiere que se den los siguientes procesos

Penetración = Paso de la sustancia aplicada desde la superficie (epidermis) hacia el interior (espacios extracelulares del mesófilo). O de la epidermis



La epidermis = capa de células más externas, recubiertas por la cutícula

Absorción o asimilación = Paso de los espacios extracelulares a la célula a través de las membranas celulares



Membrana celular o plasmalema. La absorción es un proceso metabólico (gasto de energía)

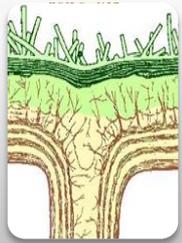
Transportación o translocación = movimiento de la sustancia aplicada a otras partes de la planta (no tratadas)



El transporte de nutrientes está condicionado por su movilidad en el floema. No siempre es un objetivo

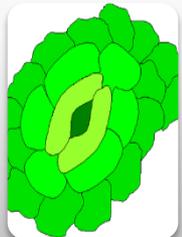
Fundamentos de la fertilización foliar

Vías para la penetración de sustancias



Cutícula

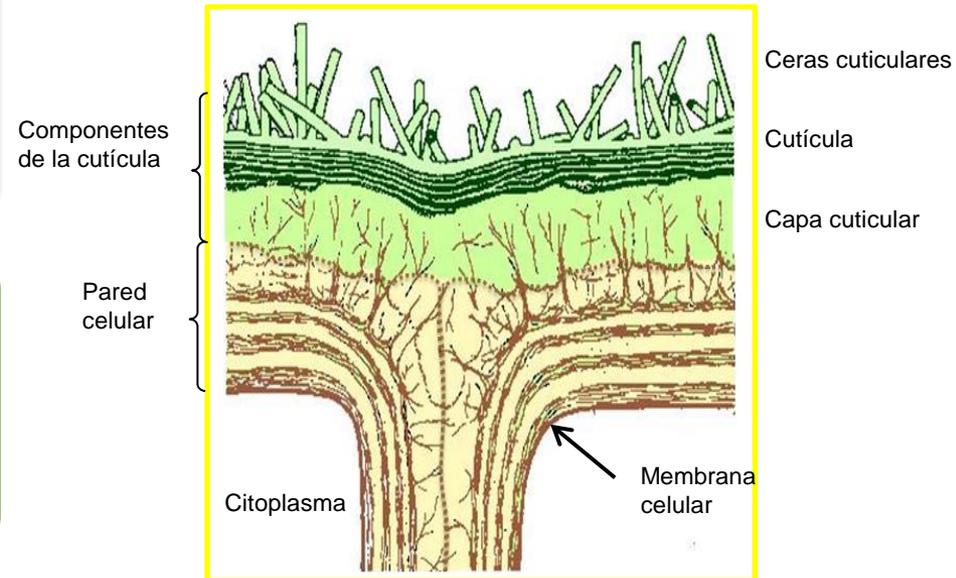
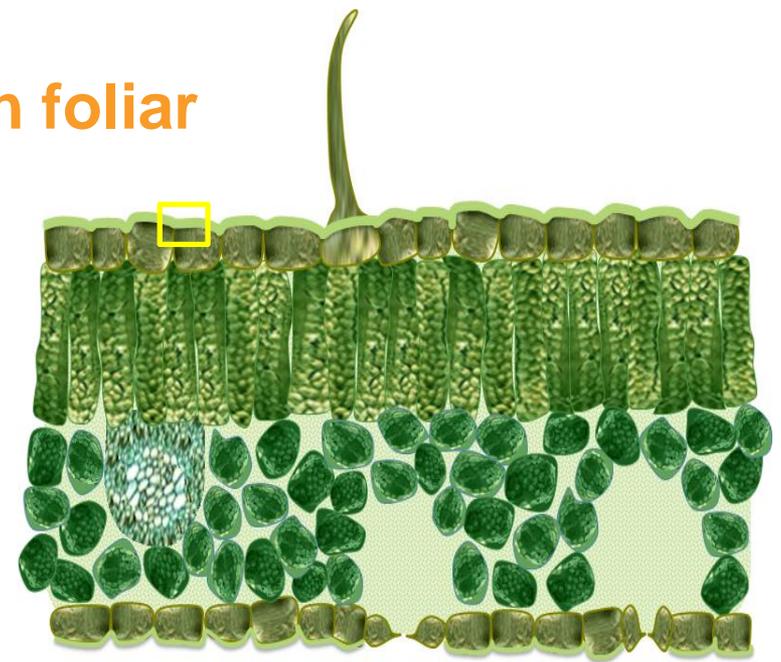
- A través de la cutícula intacta
- A través de grietas en las cutículas



Otras estructuras

- Estomas
- Lenticelas
- Tricomas

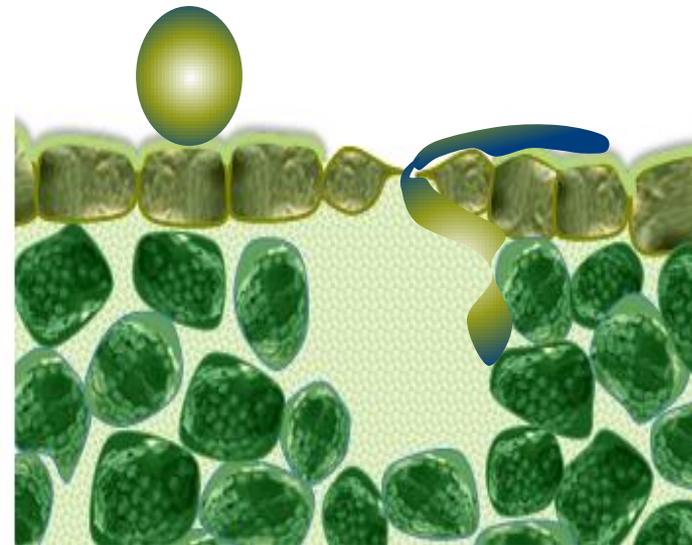
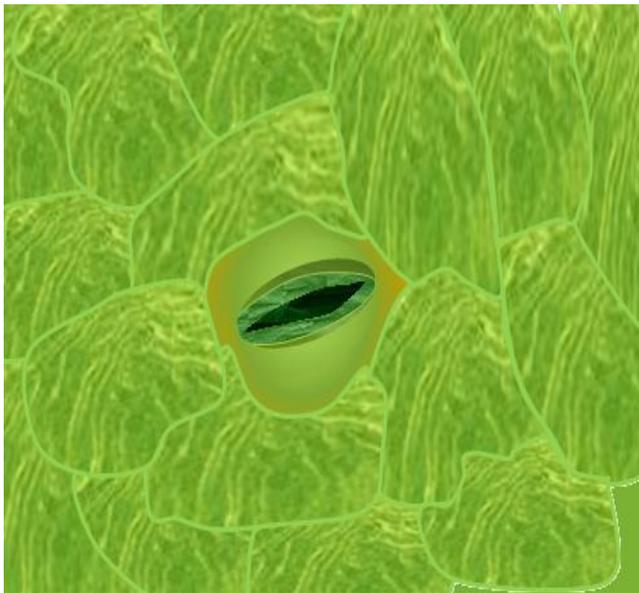
La cutícula es una capa lipídica extracelular que recubre las partes aéreas de las plantas superiores, sintetizada por las células epidérmicas y que interactúa con el medio ambiente (Tafolla-Arellano, et al, 2013)



Fundamentos de la fertilización foliar

El rol de los estomas

- El número y grado de apertura aumenta la tasa de penetración de sustancias hidrofílicas (empírico)
- Desempeñan un papel importante en la absorción de nutrientes aplicadas al follaje
- El paso de sustancias acuosas a través del poro (ostiole) estomático se denomina infiltración
- Para que haya infiltración se requiere
 - Romper la tensión superficial de la solución aplicada (agentes humectantes y surfactantes)
 - Facilitar la infiltración (agentes de penetración)



Ref: Fernández, Sotiropoulos & Brown (IFA. 2013); Dibujo estoma basado en:

<https://www.sciencephoto.com/media/506166/view/potato-leaf-stomata-sem->

Fundamentos de la fertilización foliar

Movilidad de los nutrientes

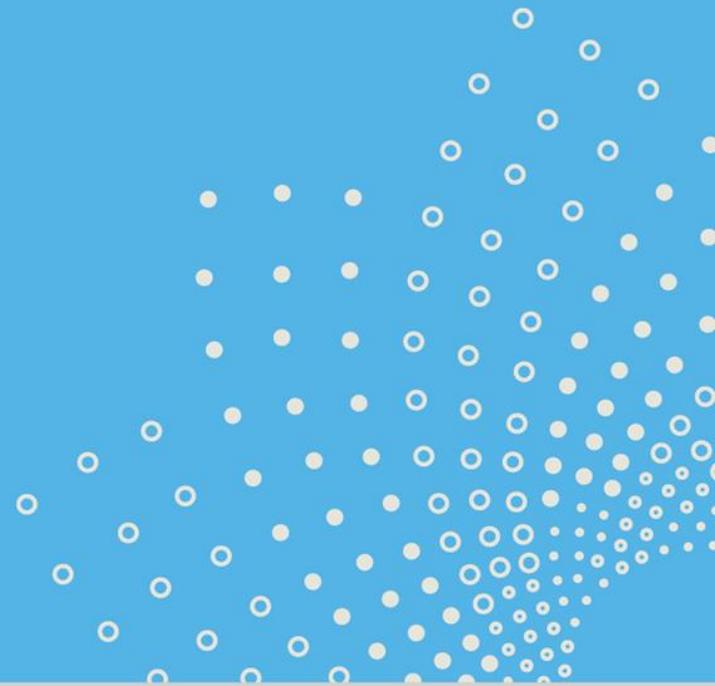
Elemento	En la planta	En el suelo
Nitrógeno	Móvil	Móvil
Fósforo	Móvil	Inmóvil
Potasio	Móvil	Poco móvil
Calcio	Inmóvil	Móvil
Magnesio	Móvil	Móvil
Azufre	Movilidad variable	Móvil
Boro	Inmóvil*	Móvil
Cobre	Poco móvil	Poco móvil
Hierro	Movilidad variable	Inmóvil
Manganeso	Inmóvil	Poco móvil
Molibdeno	Móvil	Móvil
Zinc	Movilidad variable	Poco móvil

*Móvil en las especies de plantas que producen polioles en la fotosíntesis (Brown & Shelp, 1997). Se considera que en la papa es inmóvil

- Conocer sobre la movilidad tiene implicaciones:
 - La aplicación foliar de elementos móviles en la planta, significa que pueden ser transportados a otros órganos no tratados (por ej., el tubérculo)
 - Las aplicaciones foliares de elementos inmóviles en la planta solamente benefician los órganos tratados
 - La aplicación foliar de elementos poco móviles en el suelo es especialmente adecuada, especialmente en temporadas de alta demanda



Factores que afectan la eficacia de la fertilización foliar



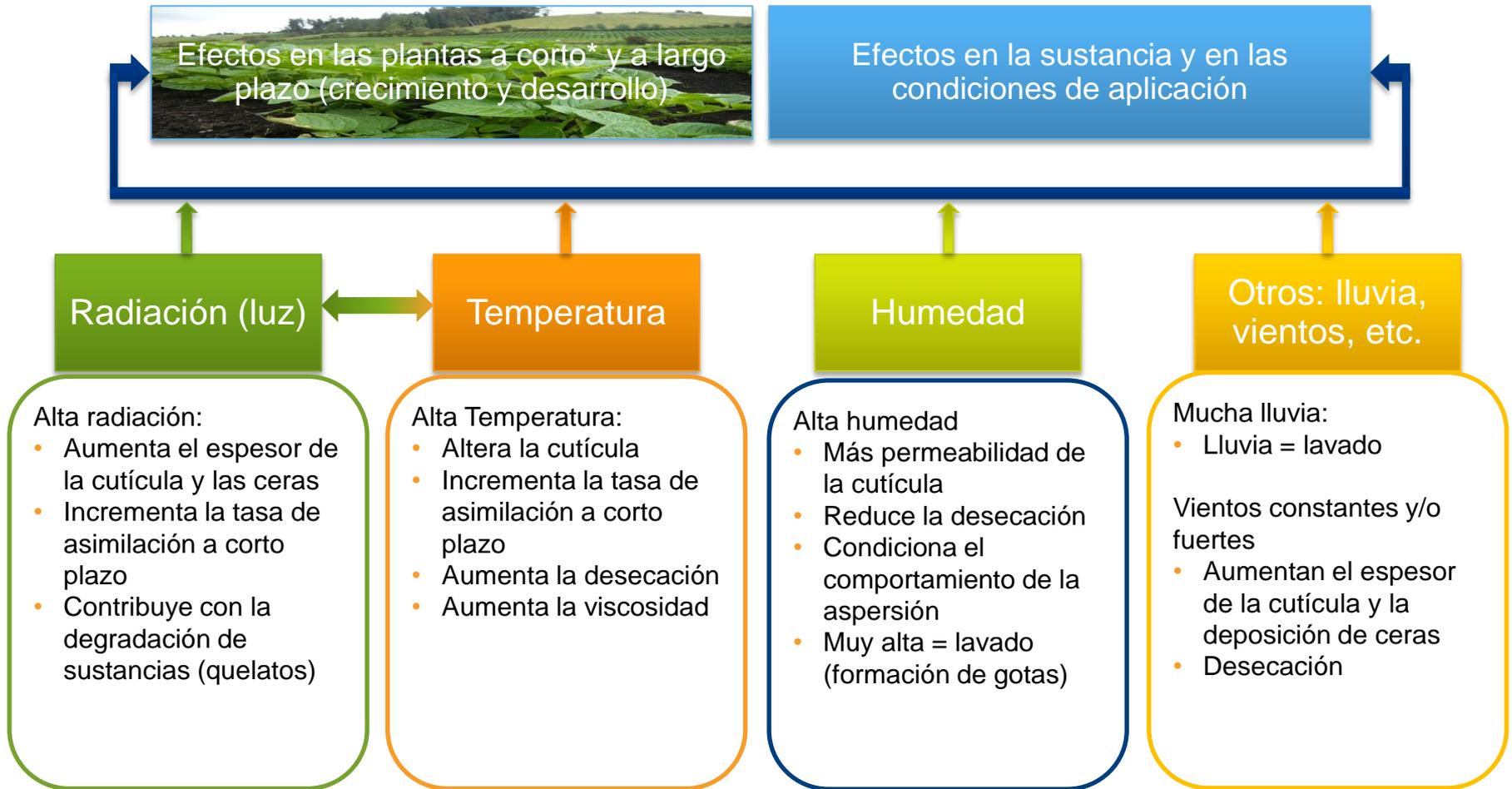
Factores que afectan la eficacia de la fertilización foliar

Planta (dentro de la misma especie)



Factores que afectan la eficacia de la fertilización foliar

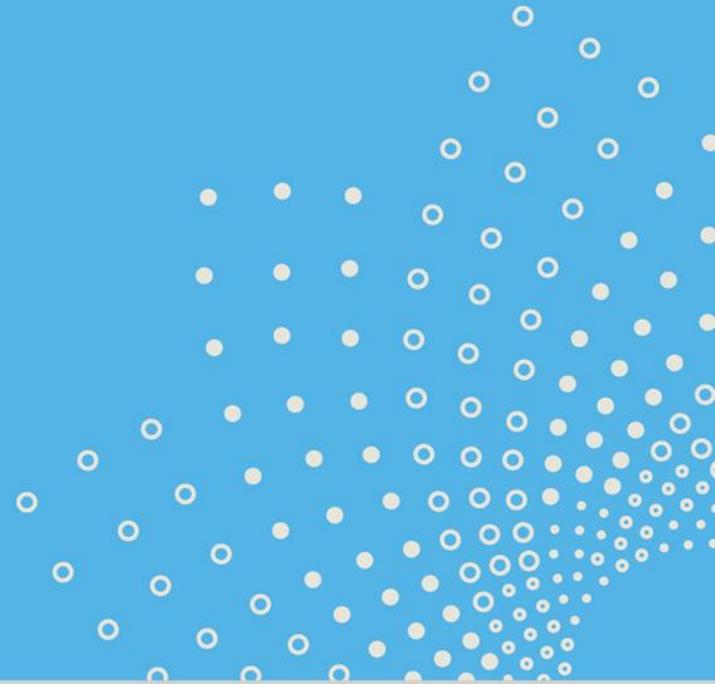
Clima



*Efectos a corto plazo: fotosíntesis, respiración, balance hídrico, balance de carbohidratos, absorción y transporte de nutrientes.

Ref: Fernández, Sotiropoulos & Brown (IFA. 2013); Fageria, Barbosa, Moreira, & Guimaraes (2008).

La fertilización foliar y los cultivos



¿Queremos producir Fruta de Calidad?



- Calidad es producir lo que el mercado demanda (características Subjetivas)
 - Sabor
 - Crocancia
 - Consistencia
 - Color
 - Frescura
- Si cumplo con lo que el mercado requiere, me pagarán por ello y demandarán más Uvas.
- Mercados más exigentes pagan mejor.

Lo Subjetivo a Parámetros Cuantitativos



- ¿ Materia Seca ?
- ¿ Niveles Nutricionales ?
- ¿ Grados Brix ?
- ¿ Acidez ?
- ¿ Firmeza ?
- ¿ Color ?

Parámetros asociados a Uva de Mesa de calidad

COMPOSICIÓN MINERAL DEL FRUTO EN mg/100 GR DE FRUTO FRESCO*		
COMPONENTE	RANGO HABITUAL DE VALORES	IDEAL
MATERIA SECA	16-22%	>20-22%
NITRÓGENO	80-180	<100-120
FOSFORO	8-25	>10
POTASIO	100-250	>180-200
CALCIO	8-20	>12
MAGNESIO	5-10	>7
BORO	0,4-1,5	>0,5
ZINC	0,04-0,08	0,04-0,08
MANGANESO	0,03-0,08	0,04-0,08
COBRE	0,03-0,08	0,04-0,08

Fuente: Samuel Román, Dinámica Nutricional

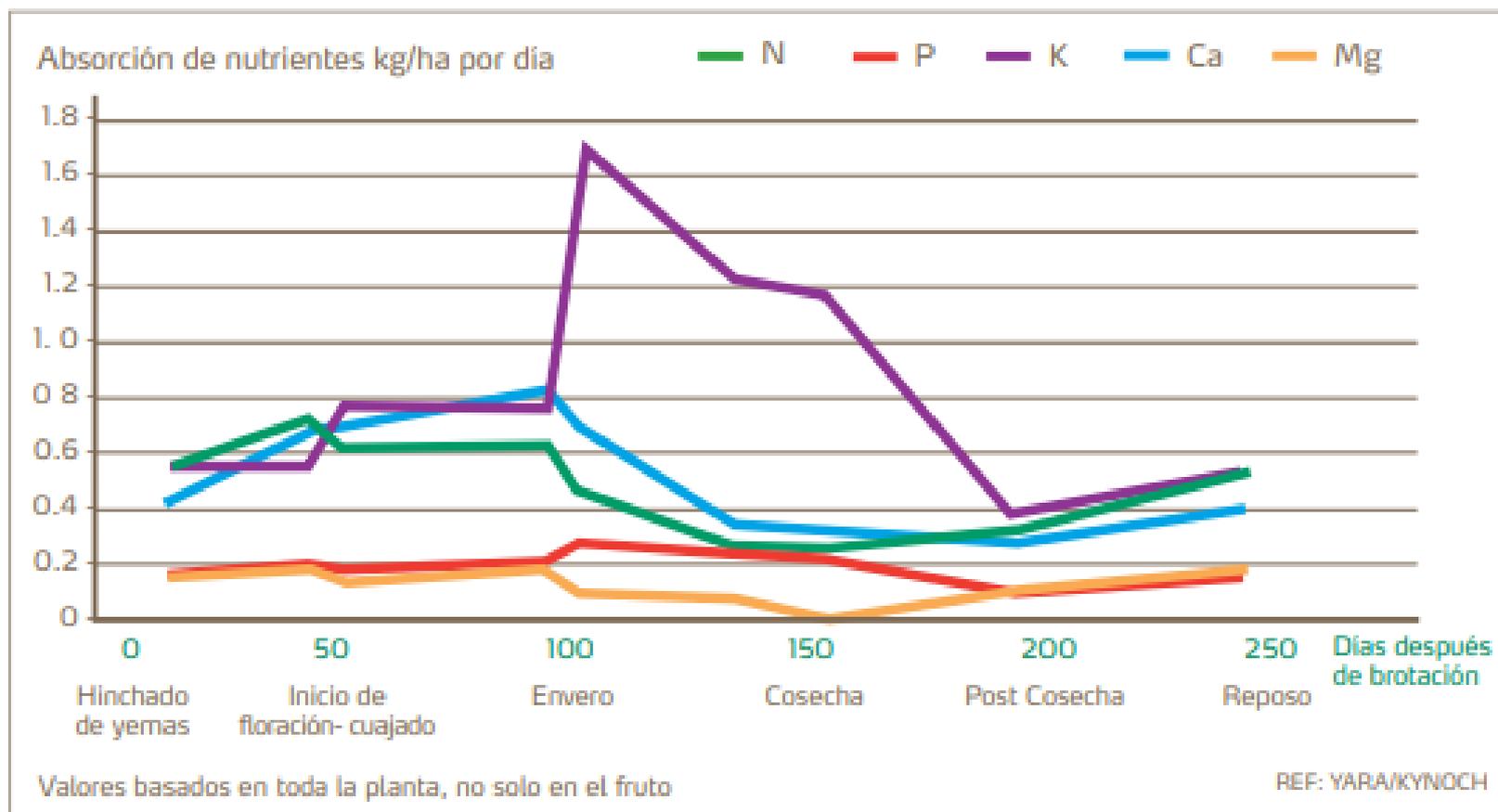
Parámetros asociados a Uva de Mesa de calidad

Relación Nutricional en la Fruta

- Todo expresado en mg/100 gramos de fruta fresca

$$\frac{(\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K})}{\text{N}} > 2$$

Absorción de los principales nutrientes



Rol de los nutrientes

	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Fe	Cu	Mn	Mo	Zn
CRECIMIENTO/ VIGOR	↑	↑	↑				↑	↑		↑	↑	↑
COSECHA	↑	↑	↑		↑		↑	↑		↑		↑
PESO RACIMO/ UVA	↑	↑	↑				↑	↑		↑		↑
CUAJADO	↓				↑							↑
INCREMENTO TAMAÑO/FORMA	↑		↑				↑					
COLOR ANTOCIANOS	↓	↑	↑									
RESISTENCIA DE PIEL	↓			↑								↑
RESISTENCIA A ENFERMEDADES	↓		↑	↑	↑	↑			↑			
TSS / CONTENIDO DE AZUCAR	↑		↑	↑			↑	↑		◇		↑
ACIDEZ	↓		↑				↓			◇		
VITAMINA C	↑			↑								
PODREDUMBRE / CAIDA DE UVAS				↓		↓						↓
SABOR (UVA-ZUMO)		↑	↑									
INCREMENTO	↑	REDUCCION		↓	NEUTRO			◇				

Principales problemas relacionados a Nutrientes

	Principales problemas en crecimiento	Relacionado con falta de					
		K	Ca	Mg	Fe	Zn	B
Comportamiento de la planta	Bajo rendimiento (fotosíntesis y clorofila)	X		X	X	X	
	Afecta sistemas enzimáticos	X		X		X	X
	Translocación de carbohidratos	X					X
	Limitado crecimiento/vigor	X		X	X		
	Floración, germinación del polen y cuajado					X	X
	Racimo pequeño/ peso de baya	X					
	Falta de tamaño y calibre (longitud+diámetro)	X	X		X	X	
Calidad externa e interna (gusto, sabor)	Falta de color (en variedades coloreadas)	X					
	Bajo °Brix (Sólidos solubles)	X	X		X	X	X
	Baja Vitamina C		X				
	Falta de acidez	X			X	X	X
calidad almacenamiento	Pudrición de baya		X			X	
	Caída de baya (desgrane)		X				
	Corta vida de Post-Cosecha/Pardeamientos	X	X				
	Fruta blanda/limitada dureza piel	X	X	X			X
Tolerancia Resistencia	Estatus de agua	X	X				
	Enfermedades (Botrytis, Oidium)	X	X				
	Resistencia al frío y heladas	X					
	Salinidad	X	X				

Perfil nutricional de patrones de vid

PATRON	ABSORCION NITROGENO	ABSORCION FOSFORO	ABSORCION POTASIO	ABSORCION MAGNESIO	ABSORCION ZINC	ABSORCION MANGANESO	SENSIBILIDAD A CLOROSIS FERRICA	SISTEMA RADICULAR
FREEDOM	ALTA !!	ALTA	ALTA	BAJA	BAJA	BAJA	MODERADAMENTE SENSIBLE	MUY PROFUNDO
HARMONY	MEDIA - ALTA	ALTA	ALTA	BAJA	MEDIANA A BAJA	s/i	MODERADAMENTE SENSIBLE	MEDIANAMENTE PROFUNDO
PAULSEN	MEDIA - ALTA	ALTA	MEDIA	MEDIA	MEDIANA A BAJA	s/i	MODERADAMENTE SENSIBLE	PROFUNDO
110 RITCHER	MEDIA - ALTA	ALTA	MEDIA	MEDIA	BAJA	s/i	MODERADAMENTE SENSIBLE	PROFUNDO
SALT CREEK	ALTA !!	ALTA	MEDIA-ALTA	BAJA	BAJA	BAJA	MODERADAMENTE SENSIBLE	MUY PROFUNDO
101-14 MGT	MEDIA - BAJA	BAJA	MEDIA - ALTA	BAJA	MEDIA	MEDIA	BAJA A MODERADA	POCO PROFUNDO
SO4	s/i	BAJA	MEDIA -ALTA	BAJA	s/i	s/i	BAJA A MODERADA	POCO PROFUNDO
5C TELEKI	s/i	s/i	MEDIA	BAJA	s/i	s/i	BAJA A MODERADA	POCO PROFUNDO
KOBER 5BB	s/i	BAJA	MEDIA	BAJA	MEDIA	s/i	BAJA A MODERADA	MEDIANAMENTE PROFUNDO

El Calcio en el suelo y la planta

- La Planta toma el Calcio como ion calcio, Ca^{++}
- En el Suelo puede haber Calcio Total abundante, pero la planta usa el Soluble.
- El Calcio se mueve e ingresa rápida y principalmente por el Apoplasto, por el Simplasto su absorción es menor y lenta.
- El Calcio Ingresa a la planta por flujo de masas, o sea en el agua que la planta absorbe va el “Calcio Soluble”.
- Se mueve por el Xilema distribuyéndose de acuerdo a la transpiración de cada órgano.
- El calcio es inmóvil en la Planta.

Calcio en uva de mesa

- Desde cuajado a envero, el Calcio llega a la baya a través del xilema.
- A partir del envero, los vasos del xilema se obstruyen, limitando el ingreso de agua y de minerales a la baya.
- Al inicio del desarrollo de la baya, la absorción foliar es más eficiente



Factores que generan Palo Negro o Bayas Blandas



BLACK STEM: SYNONYMOUS

WATER BERRY (USA)
PALO NEGRO (CHILE)
ROUBAND (SOUTH AFRICA)
STIELLÄHME (GERMANY)
SHANKING (NEW ZEALAND)
BUNCH STEM DIE BACK (AUSTRALIA)
DESÈCHEMENT DE LA RAFFLE (FRANCE)
DISECCAMENTO DELLA RACHIDE (ITALY)

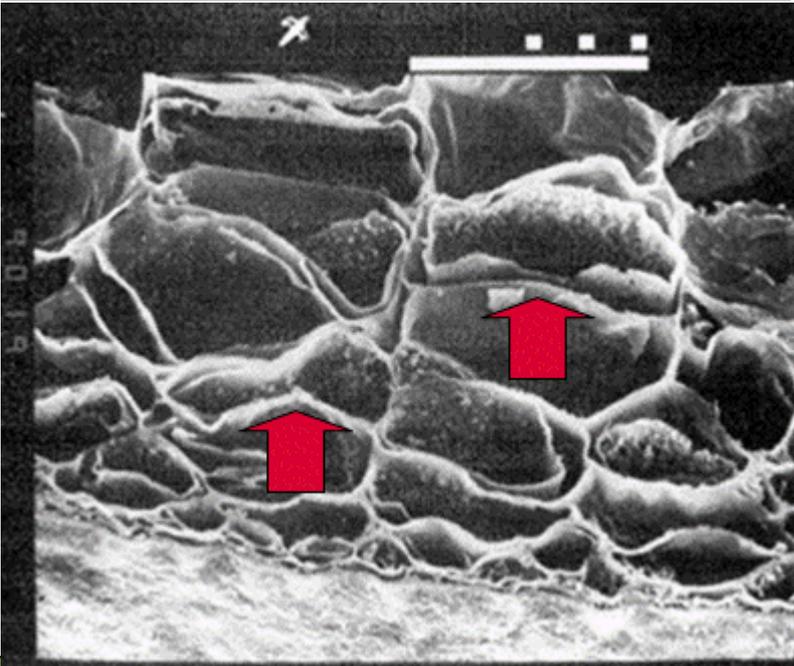


- ❑ Exceso de Vigor: los brotes excesivamente vigorosos impiden un adecuado flujo de Calcio y Magnesio hacia los raquis y bayas.
- ❑ Sombreamiento: incrementa los niveles de amonio y nitratos en los raquis y bayas.
- ❑ Bajos contenidos de Calcio y Magnesio en los raquis y bayas.
- ❑ Exceso de carga
- ❑ Racimos en cargadores débiles

Calcio y la calidad post cosecha

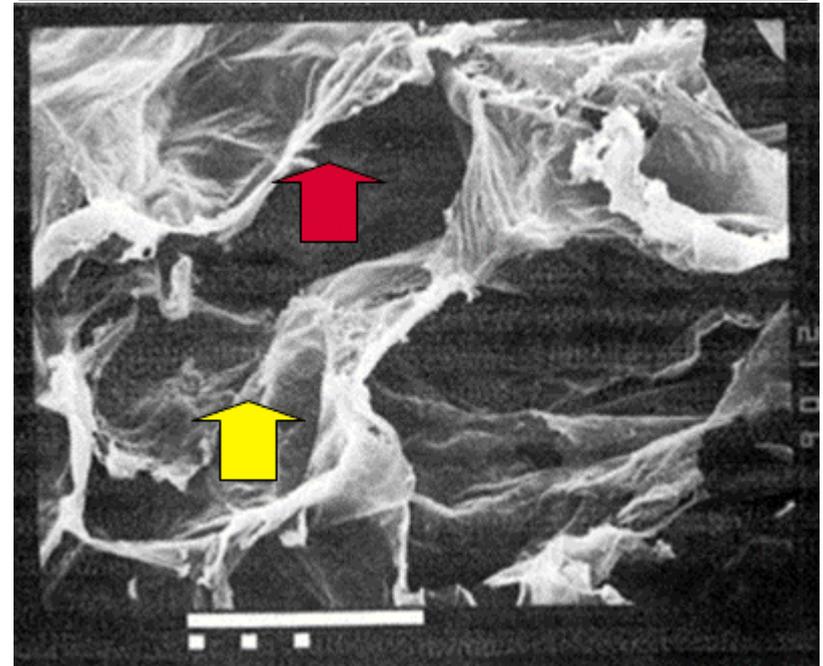
- Electronic Microscopy (450 microns) cv. Thompson Seedless.

Treatment with calcium (T6)



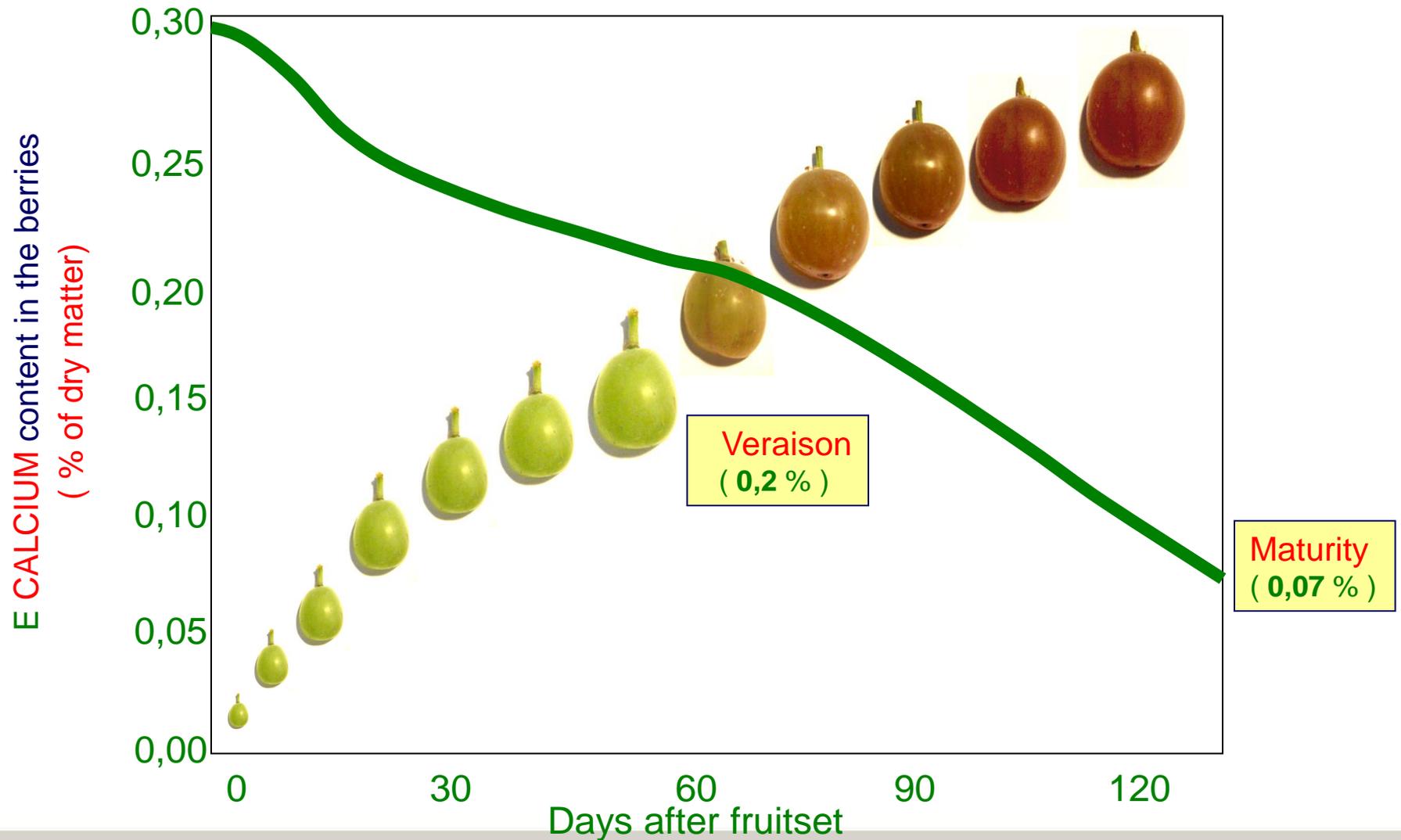
Good structure and organization of parenchyma cells
Thicker cell wall by effect of Ca

Treatment control (T0)

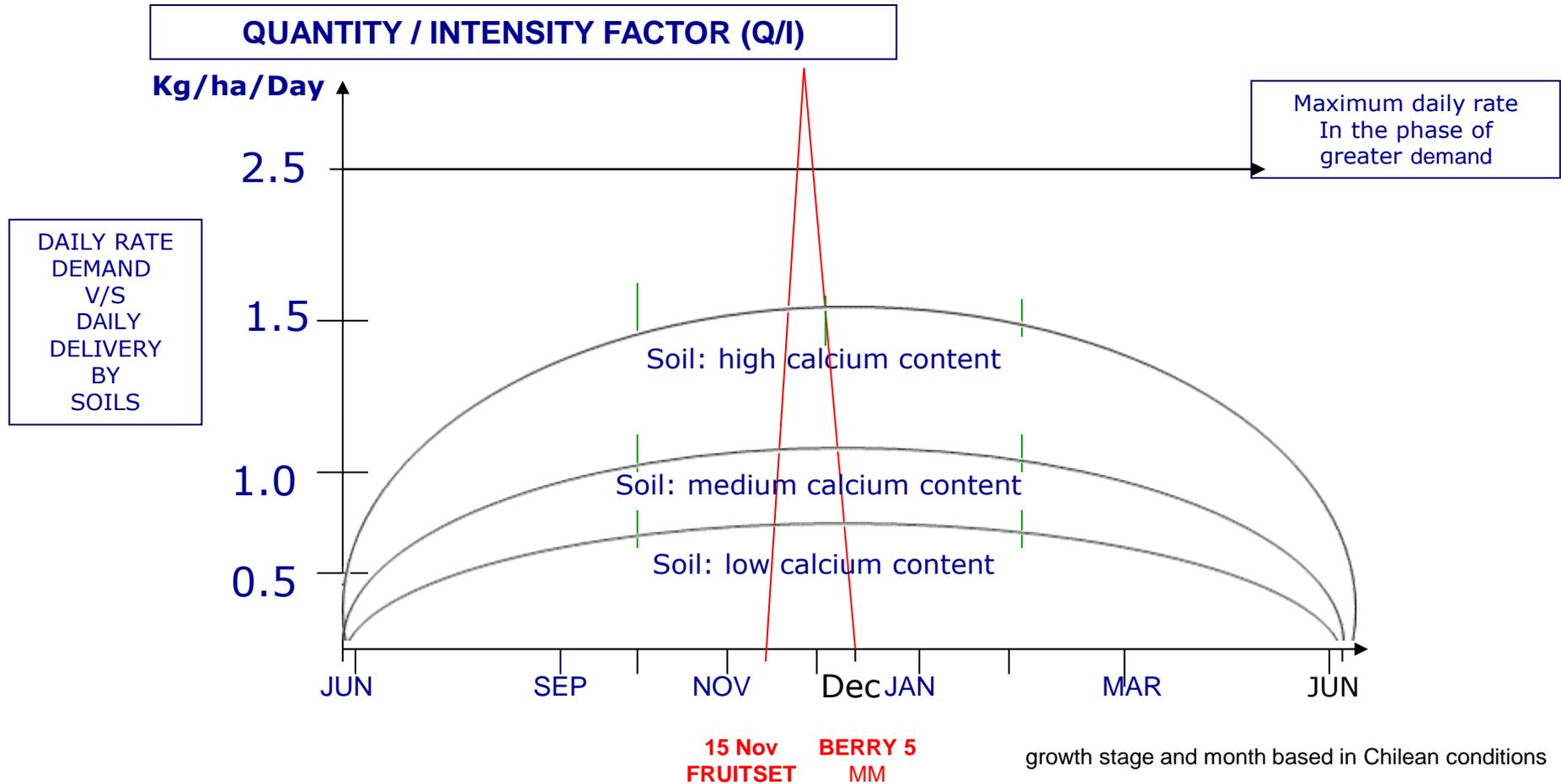


Colapsed cells in details.
Cell wall thinner, without Ca

Contenido de Calcio en la baya



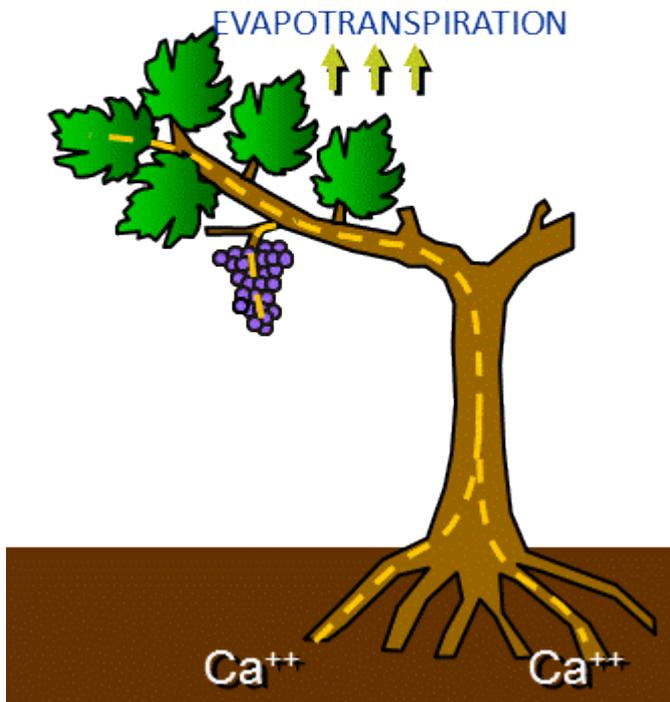
Por qué hay deficiencia de Ca si el suelo tiene



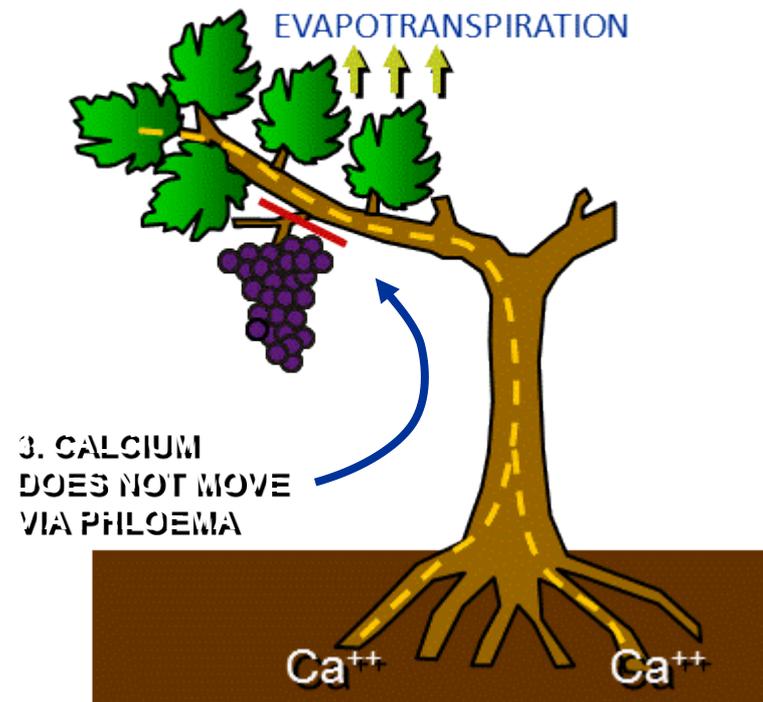
Soil rich in calcium, support better the crop demand and it is less dependent of calcium from fertilizer, although in the critical moments, **fruitset to berry growth (5 mm)**, i.e. 2 to 4 weeks, there is an intense demand which few soils can supply.

La inmovilidad del calcio en el floema agrava el contenido de la fruta.

1. At the beginning of fruit growth, the fruit can get some calcium from xylem



2. Afterwards there is not xylematic connection but phloematic



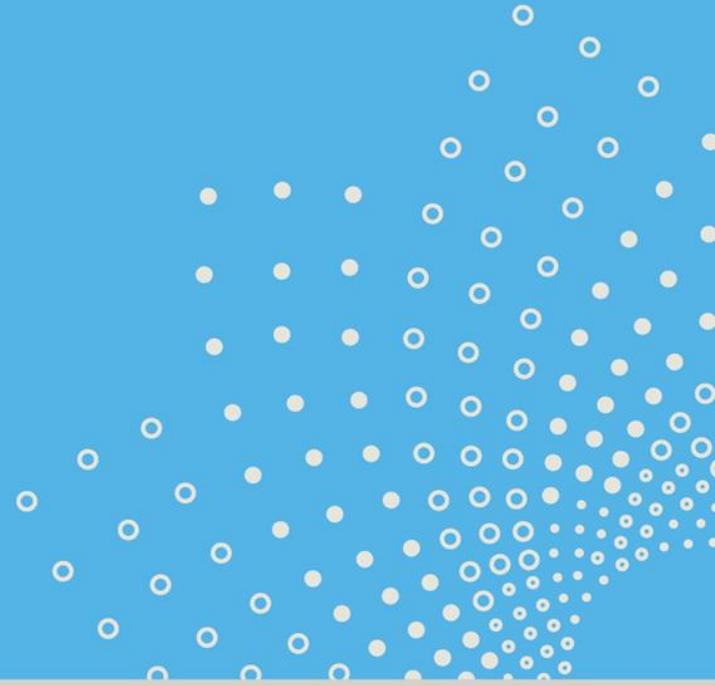
Source: R. Ruiz Sch.

Sugerencias de la fertilización foliar

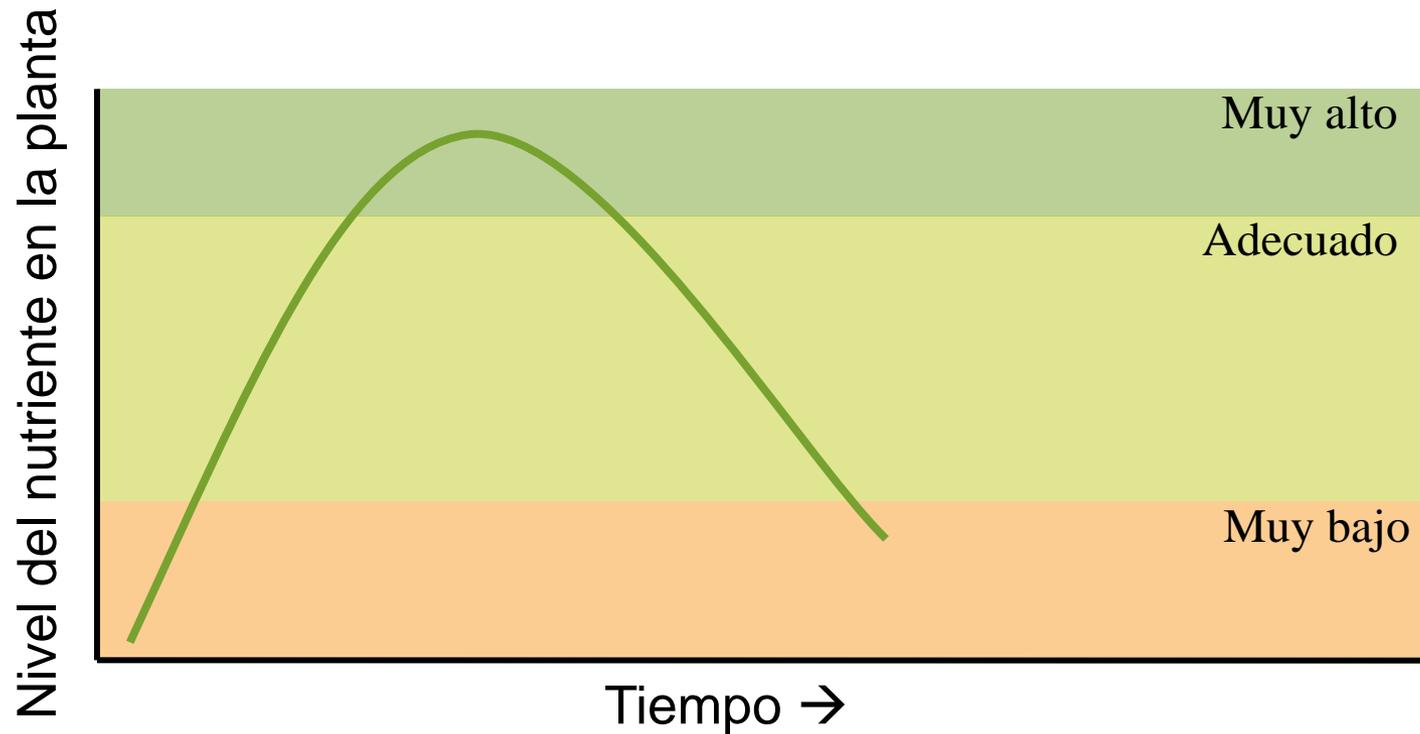
- Momento de aplicación.
- Tamaño de las gotas de aspersión (200 – 300 μ)
- Aspersiones realizadas en mínimas condiciones de viento.
- Las aspersiones deben realizarse cuando las plantas estén turgentes y no en estrés hídrico.
- Utilizar coadyuvantes para mejorar la eficiencia.
- Cuidar el orden de la mezcla de los productos a aplicar



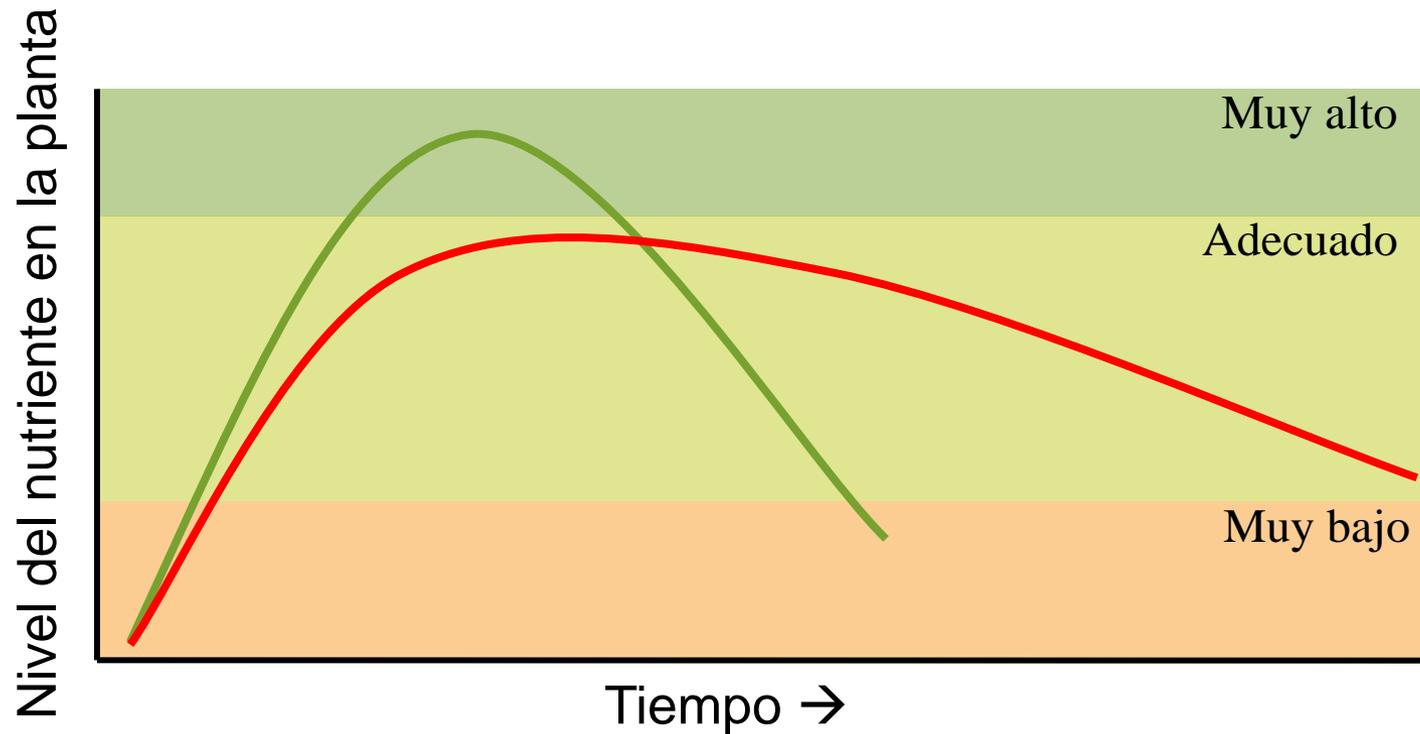
La nutrición foliar y los fertilizantes



El comportamiento de un producto foliar no formulado



El comportamiento de un producto foliar formulado



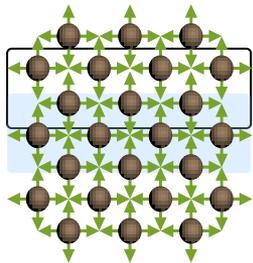
Los beneficios de un producto formulado

Uso seguro (reducir el riesgo de quemazón por errores)

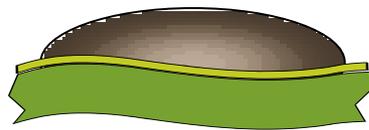


Diseñado para un propósito

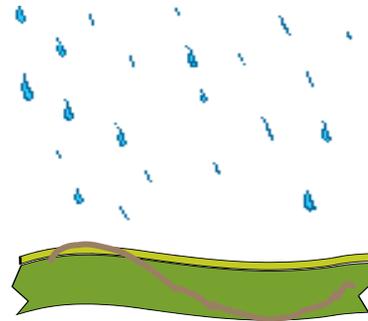
- Soluciones líquidas (todos los nutrientes disueltos)
- Suspensiones líquidas o floables (los nutrientes suspendidos en una matriz)
- La clave de un buen fertilizante foliar no es solo la materia prima
- **ES LO QUE SE HACE CON LA MATERIA PRIMA PARA QUE SEA MAS EFICAZ LO QUE CUENTA! AGENTES DE FORMULACIÓN (COADYUVANTES)**



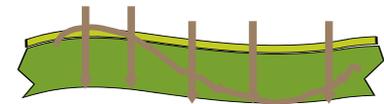
Agentes de suspensión



Agentes mojantes



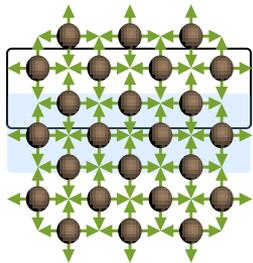
Agentes pegantes



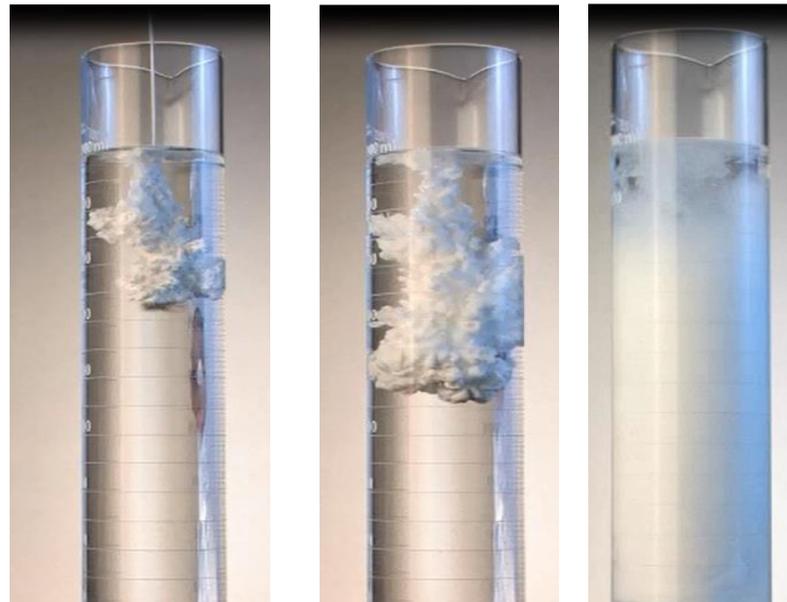
Agentes de absorción

Diseñado para un propósito

- Soluciones líquidas (todos los nutrientes disueltos)
- Suspensiones líquidas o floables (los nutrientes suspendidos en una matriz)
- La clave de un buen fertilizante foliar no es solo la materia prima
- ES LO QUE SE HACE CON LA MATERIA PRIMA PARA QUE SEA MAS EFICAZ LO QUE CUENTA! **AGENTES DE FORMULACIÓN (COADYUVANTES)**



Agentes de suspensión



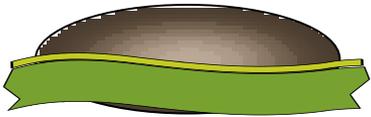
Larga vida en anaquel

Facilidad de aplicación

Evitar taponamientos de boquillas

Diseñado para un propósito

- Soluciones líquidas (todos los nutrientes disueltos)
- Suspensiones líquidas o floables (los nutrientes suspendidos en una matriz)
- La clave de un buen fertilizante foliar no es solo la materia prima
- **ES LO QUE SE HACE CON LA MATERIA PRIMA PARA QUE SEA MAS EFICAZ LO QUE CUENTA! AGENTES DE FORMULACIÓN (COADYUVANTES)**



Agentes mojantes



Sin agente mojante



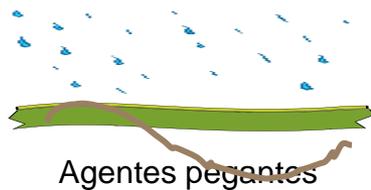
Con agente mojante

Mejora la cobertura en la hoja, por lo tanto la absorción del nutriente

Disminuye el efecto lupa, reduciendo el riesgo de quema

Diseñado para un propósito

- Soluciones líquidas (todos los nutrientes disueltos)
- Suspensiones líquidas o floables (los nutrientes suspendidos en una matriz)
- La clave de un buen fertilizante foliar no es solo la materia prima
- **ES LO QUE SE HACE CON LA MATERIA PRIMA PARA QUE SEA MAS EFICAZ LO QUE CUENTA! AGENTES DE FORMULACIÓN (COADYUVANTES)**



Aspersión



Secado en la hoja



Simulación de lluvia



Permanencia en la hoja



Programa de Nutrición para Uva de mesa

Knowledge grows



Etapa del Cultivo	Post cosecha	Brotación	Brotos 30 – 50 cms	Floración	Crecimiento Frutos	Pinta	Cosecha
-------------------	--------------	-----------	-----------------------	-----------	-----------------------	-------	---------

YaraLiva™

CALCINIT Zn + B™
350 – 400 kg/ha

CROOP BOOST™
2 l/ha

BUD BUILDER™
2 – 3 l/ha (2 aplicaciones)

FRUTREL™
2 – 3 l/ha (2 aplicaciones)

POTASH ADVANCE™
3 – 5 l/ha (4 aplicaciones)

YaraVita™

MAGTRAC™
2 – 3 l/ha
(3 aplicaciones)

STOPIT™
3 – 5 l/ha (3 aplicaciones)

ZINTRAC™ 700
1 l/ha (3 aplicaciones)

REXOLIN X60™
6 – 8 kg/ha

YaraTera™

KRISTA K
250 – 300 kg/ha

KRISTA SOP
400 – 450 kg/ha

KRISTA MAG
150 – 200 kg/ha

KRISTA MgS
200 – 250 kg/ha

KRISTA MAP
150 – 200 kg/ha

■ Aplicación por fertirriego ■ Aplicación Foliar

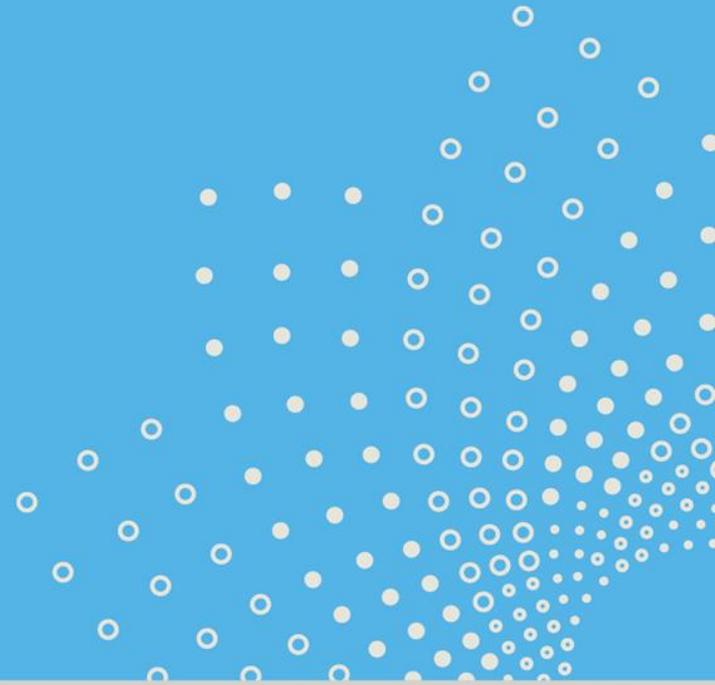
- Repetir aplicaciones de STOPIT y MAGTRAC en las dosis indicadas en caso de que haya deficiencia de Ca y Mg, respectivamente.
- El programa de fertilización de Yara es referencial. Para recomendaciones específicas contactar al Ingeniero Agrónomo de Yara de la zona

www.yara.com.pe

Facebook: /YaraPeruOficial Twitter: @YaraPeru
consultasperu@yara.com



Resultados en campo



Ensayo Demostrativo 01

Fundo / Agricultor:	Agrícola Don Luis	Edad de cultivo:	4 años
Departamento:	Ica	Densidad:	2000
Provincia:	Ica	Sistema de Riego:	Goteo
Zona:	Cabildo	Tipo de Suelo:	Franco
Cultivo:	Uva de Mesa	Resp. Comercial:	Ing. Erika Cruces
Variedad/cultivar:	Sweet Celebration	Resp. Agronomico:	Ing. Federico Ramirez



Programa Convencional

El Fundo tenia un programa completo de aplicaciones foliares y estaba usando algunos productos de YaraVita como YaraVita Magtrac, YaraVita Zintrac y YaraVita Stopit

Programa -Yara

Al programa convencional usado anteriormente se le añadió el uso de los YaraVita CropBoost, YaraVita Bud Builder, YaraVita Frutel, YaraVita Potash Advance

Programa Yara



Etapa del Cultivo	Brotación	Brotos de 20 a 40 cm	Pre-floración	Cuajado	PINTA	MADURACION	Post-Cosecha
-------------------	-----------	----------------------	---------------	---------	-------	------------	--------------

YaraVita™

CROP BOOST
(2 lt/ha)

YaraVita™

BUD BUILDER
(2 lt/ha) x 4

STOPIT
(2 lt/ha) x 2

YaraVita™

MAGTRAC
(2 lt/ha) x 4

YaraVita™

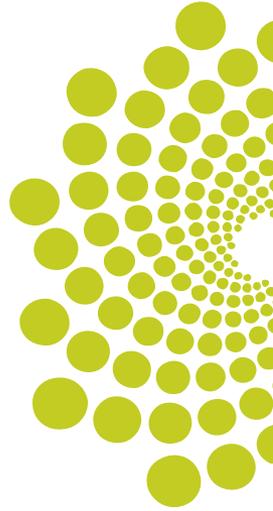
FRUTEL
(2 lt/ha) x 2

POTASH ADVANCE
(2 lt/ha) x 5

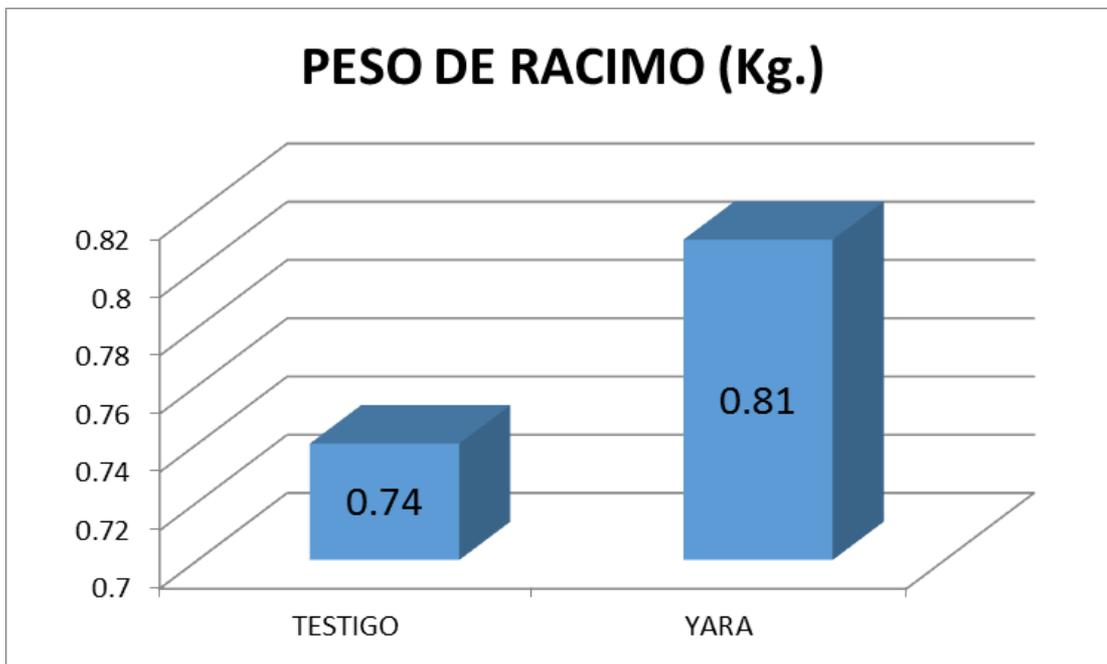
YaraVita™

ZINTRAC
(1 lt/ha) x 5

Imágenes



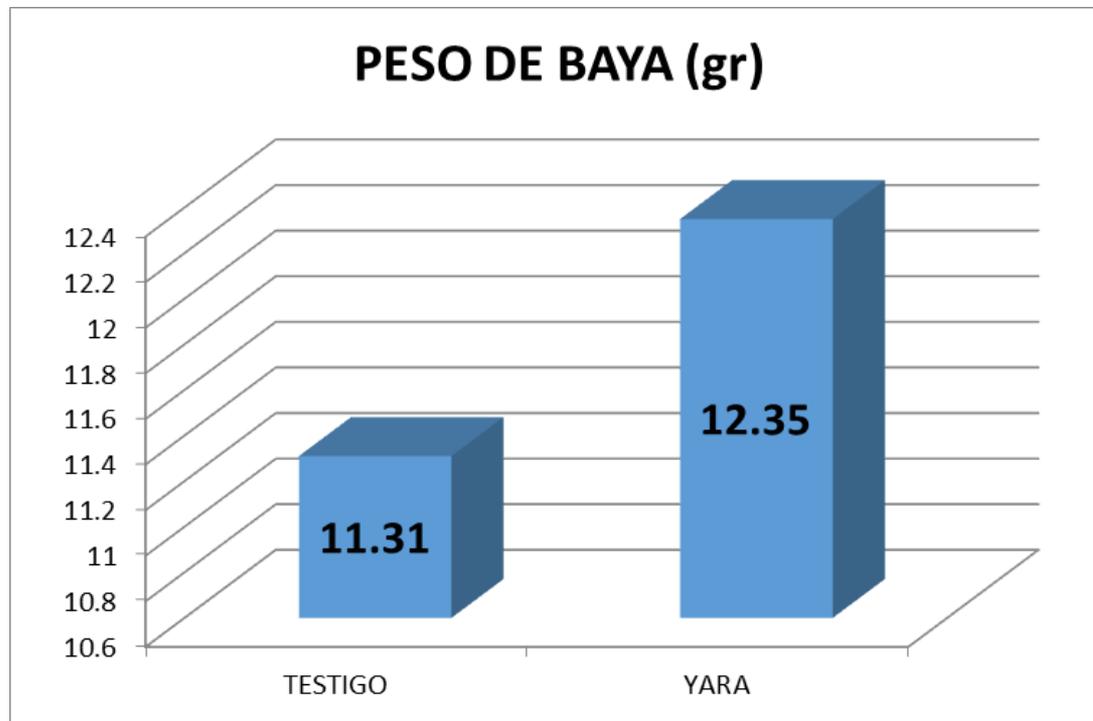
Resultados



Incremento de 10% en el peso de racimos



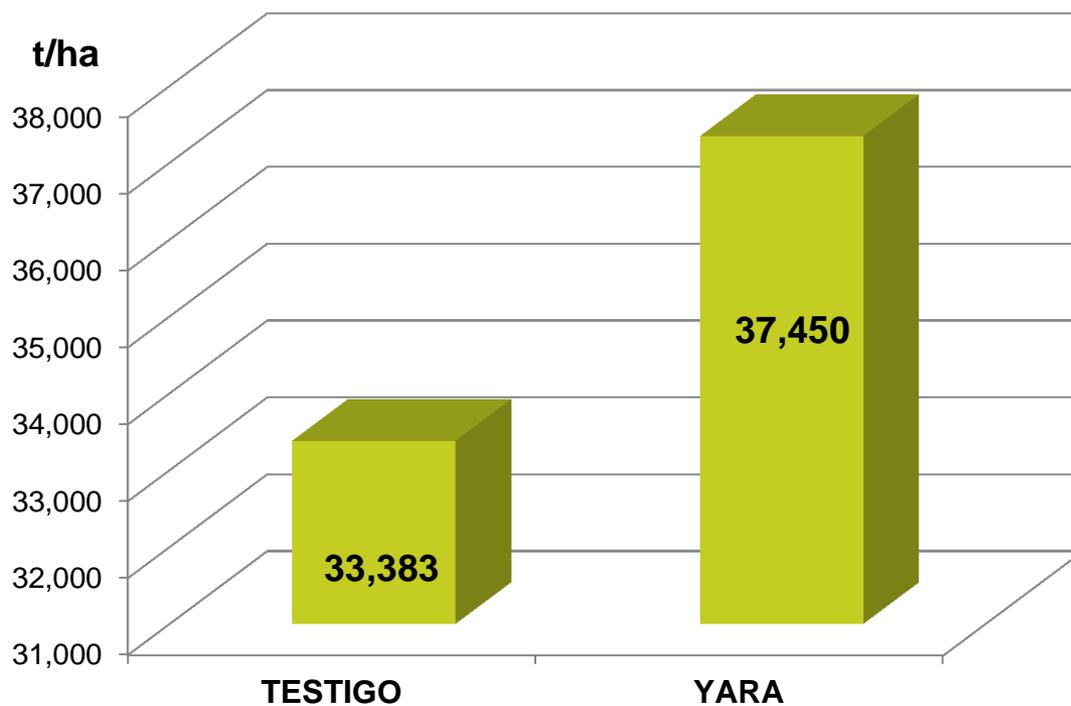
Resultados



Incremento de 9% en el peso de baya



Resultados



Incremento de 11.8% en el rendimiento, significa 478 cajas adicionales de 8.3 kg



Herramientas digitales



Yara TankmixIT (miscibilidad)

Los errores cuestan dinero y tiempo, para evitarlos Yara cuenta con el Servicio Tankmix, único entre las compañías de fertilizantes foliares.

- +40.000 mezclas
- Servicio gratuito
- Información Confiable: ISO 9001:2001

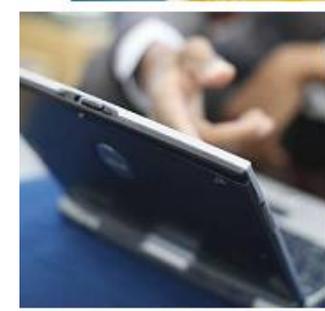
Tankmix™ Information

Date Tested: 27-01-2012

Water Volume: 100 litres

Tankmix Result: ✓

<u>Order</u>	<u>Product Name</u>	<u>Country of Origin</u>	<u>l/kg</u>	<u>Active Ingredient(s)</u>
1	YaraVita Frutrel	GREAT BRITAIN	0.5	-
2	TELDOR	GREAT BRITAIN	0.08	FENHEXAMID



Yara CheckIT

Herramienta de diagnóstico para identificar deficiencias nutricionales





Knowledge grows

