



# Salinidad y pérdida de estructura de suelo por sodio.

Antonio Cabezón

SQM Comercial de México

Cuauhtemoc, Noviembre del 2007





**Los Manzanos crecen en un  
amplio rango de suelo**

**pH del suelo  
es ideal  
entre  
5.5 a 6.3**

**Este frutal  
prefieren  
suelo bien  
drenado**



Cuando un suelo es regado con aguas de alto nivel de **Sodio**, este elemento dispersa los agregados del suelo en sus primeros cms , **obturando los poros del suelo e impidiendo la infiltración del agua.**

**Ayers y Westcost ( 1987 )**



# Salinidad

## Efectos negativos de las sales sobre la planta

- **Efecto osmótico:** estrés por sequía fisiológica.
- **Efecto nutricional:** antagonismos

Sodio bloquea la absorción de Calcio.

Cloruros bloquean la absorción de Nitratos.

Bicarbonato induce Clorosis férrica.

- **Efecto tóxico:** toxicidad directa

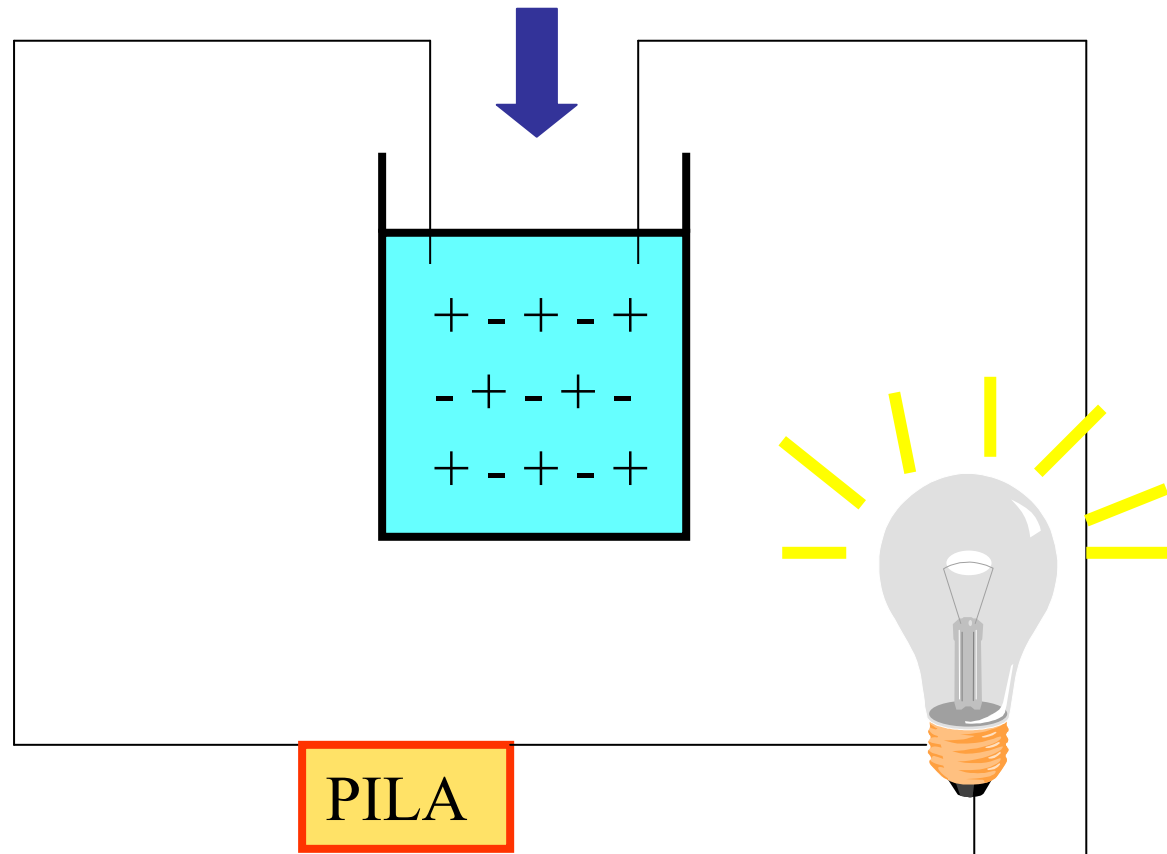
**Boro**

**Sodio**

**Cloruro**

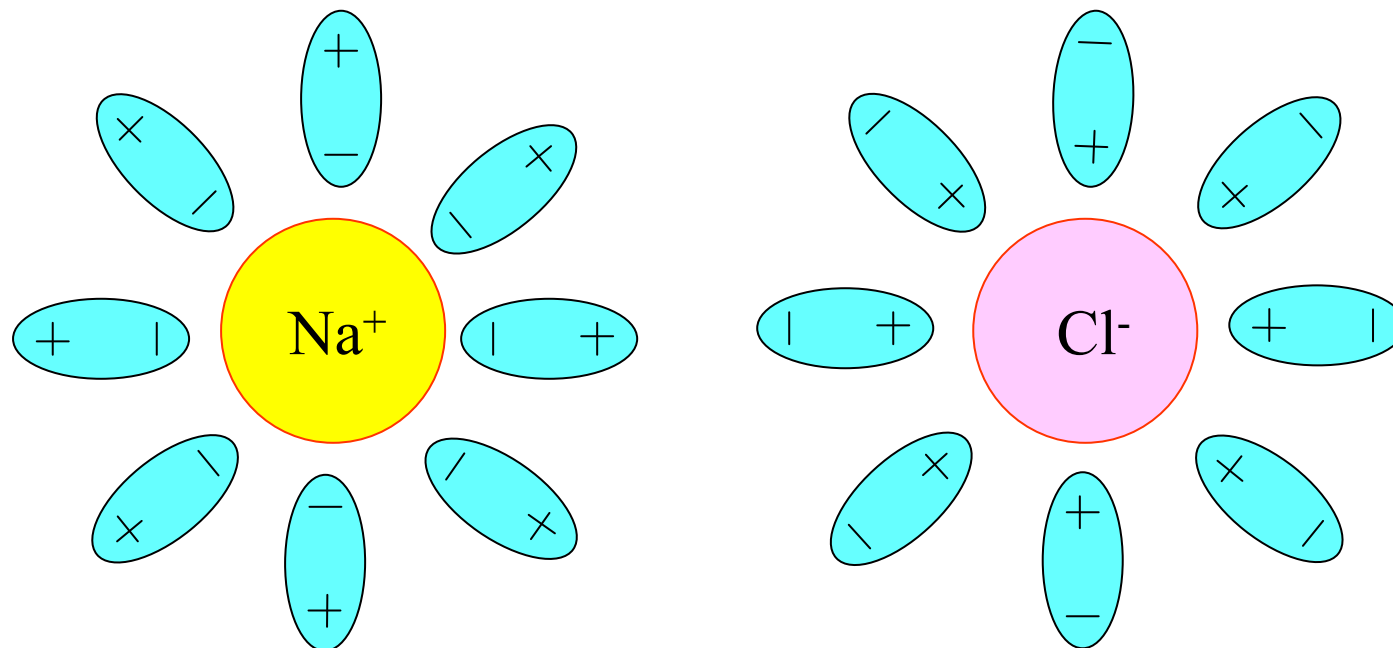


# CONCEPTO DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (C.E.)



## SIGNIFICACIÓN AGRÍCOLA DE LA CE

- Los fertilizantes también son sales (excepto la urea)
- Aumento de la presión osmótica en el medio radicular



# Salinidad

Principales iones que contribuyen a incrementar la salinidad del suelo y del agua.

## Aniones:

- Cloruros ( $\text{Cl}^-$ )
- Sulfatos ( $\text{SO}_4^{=}$ )
- Bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ )

## Cationes:

- Calcio ( $\text{Ca}^{++}$ )
- Magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ )
- Sodio ( $\text{Na}^+$ )



## Análisis de agua de Cuauhtemoc

<b>C. E. ( mmhos/cm )</b>	<b>0.5</b>
<b>pH</b>	<b>7,3</b>
<b>Cloruros ( meq/ litro )</b>	<b>0.5</b> ←
<b>Sodio ( meq/ litro )</b>	<b>3,0</b> ←
<b>Bicarbonatos ( meq/ litro )</b>	<b>4,7</b> ←
<b>Calcio ( meq/ litro )</b>	<b>2.6</b>
<b>Magnesio ( meq/ litro )</b>	<b>0.7</b>
<b>Sulfatos ( meq / litro )</b>	<b>6,0</b>
<b>Boro ( mg /litro )</b>	<b>0,3</b>







## Aporte de sales a una hectárea regada con el agua anterior

**Aporte de sales  
en relación a la  
tasa de riego.**

**10.000**  
( m<sup>3</sup>/ha/año )

**Sodio**

( kg / ha /año )

**700 kg**

**Cloruros**

( kg / ha /año )

**175 kg**

**Bicarbonatos**

( kg / ha /año )

**2,867 kg**

**total año**

**3,742 kg**





## Acumulación de sales en una hectárea durante 5 años en condiciones de \*lixiviación limitantes.

**aporte acumulativo de sales  
en 10.000 m<sup>3</sup>/ ha  
( kg /ha )**

<b>año 1</b>	<b>3,742</b>
<b>año 2</b>	<b>7,484</b>
<b>año 3</b>	<b>11,226</b>
<b>año 4</b>	<b>14,968</b>

**\*Condiciones de lixiviación limitantes:** - texturas arcillosas.  
- suelo sin estructura.  
- estratas compactadas en el sub-suelo.





# Suelo Fatigado

Implicancia de llegada de sodio al suelo



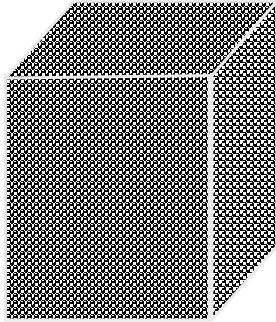


## Implicaciones del concepto fatiga del suelo

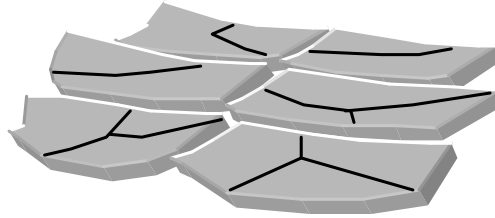
- Factores de tipo químico:
  - Carencia de nutrientes, por agotamiento o por bloqueo en el suelo.
  - Contaminación por iones fitotóxicos.
  - Contaminación por otro tipo de compuestos, excretados o no por cultivos o microorganismos.
- Factores de tipo biológico:
  - Baja o nula actividad microbiana y de la microfauna del suelo.
  - Contaminación por organismos patógenos.
  - Establecimiento de competencias entre los microorganismos y las plantas cultivadas.
  - Pérdida del equilibrio biológico del suelo, por el empleo de desinfectantes, o por cualquier otra causa.
- Factores de tipo físico:
  - Pérdida de las propiedades físicas del suelo, fundamentalmente, pérdida de la estructura del suelo.



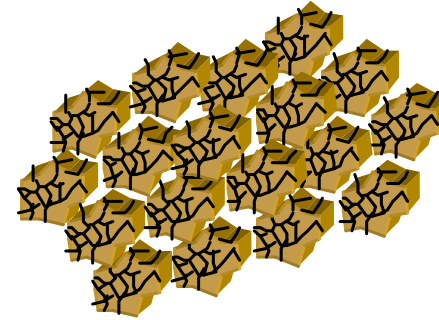
## Concepto de estructura del suelo



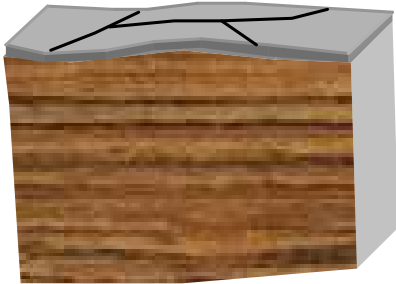
Particular suelta



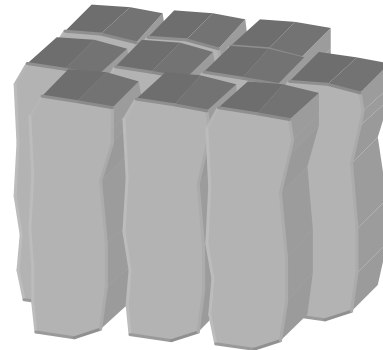
Laminar



En bloques



Masiva



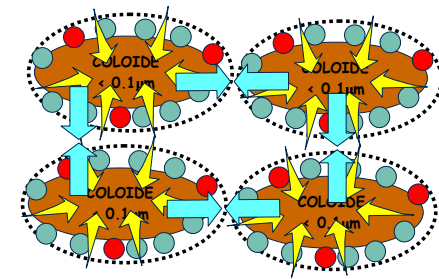
Prismática o Columnar



Migajosa

# Niveles de organización de la estructura del suelo

nivel macroscópico (cúspide de la pirámide)



## Suelo estructurado

Polisacaridos,  
peptidos, phc, A.  
Fúlvicos, hongos,  
exudados de raices,  
todos facilmente  
degradables por  
M.Organismos  
Rapidez-inestable

**Macroagregados**

**Microagregados**

**Clusters**

**Dominios**

Acido Húmico  
(Complejo  
arcillo-húmico)  
Estabilidad-  
proceso lento

nivel microscópico (base de la pirámide)





Debe quedar claro, que no siempre que exista floculación de los coloides se forman agregados, pero la floculación es condición previa para la formación de una adecuada estructura en el suelo.

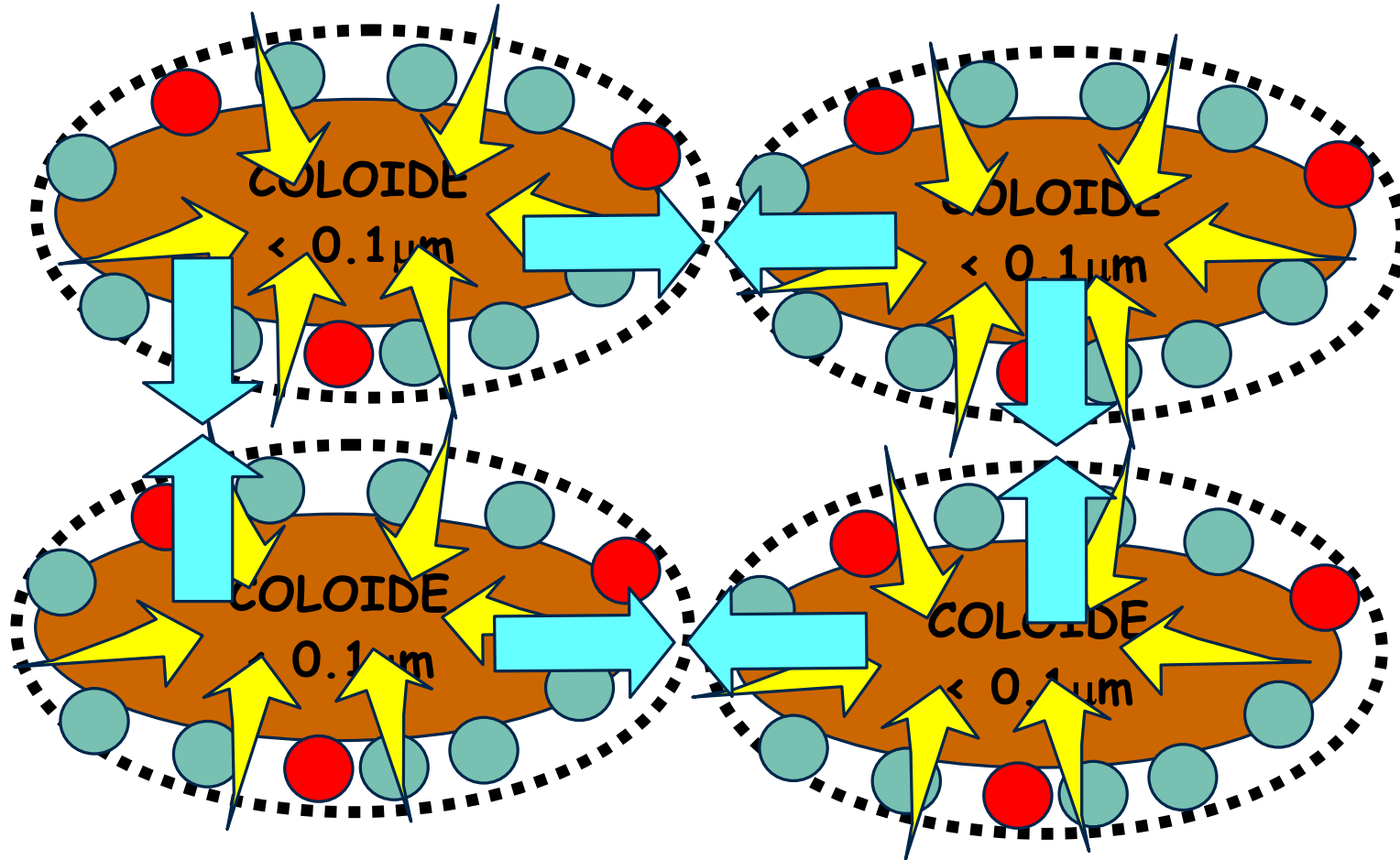
En este sentido es especialmente relevante el papel desempeñado por los iones calcio (floculante) y sodio (dispersante). Siempre que predomine el calcio en el complejo coloidal, prevalecerán las fuerzas de atracción entre los coloides y éstos se mantendrán floculados:





○ Cation divalente ( $\text{Ca}^{2+}$ )

● Sodio ( $\text{Na}^+$ )







Catión divalente ( $\text{Ca}^{2+}$ )

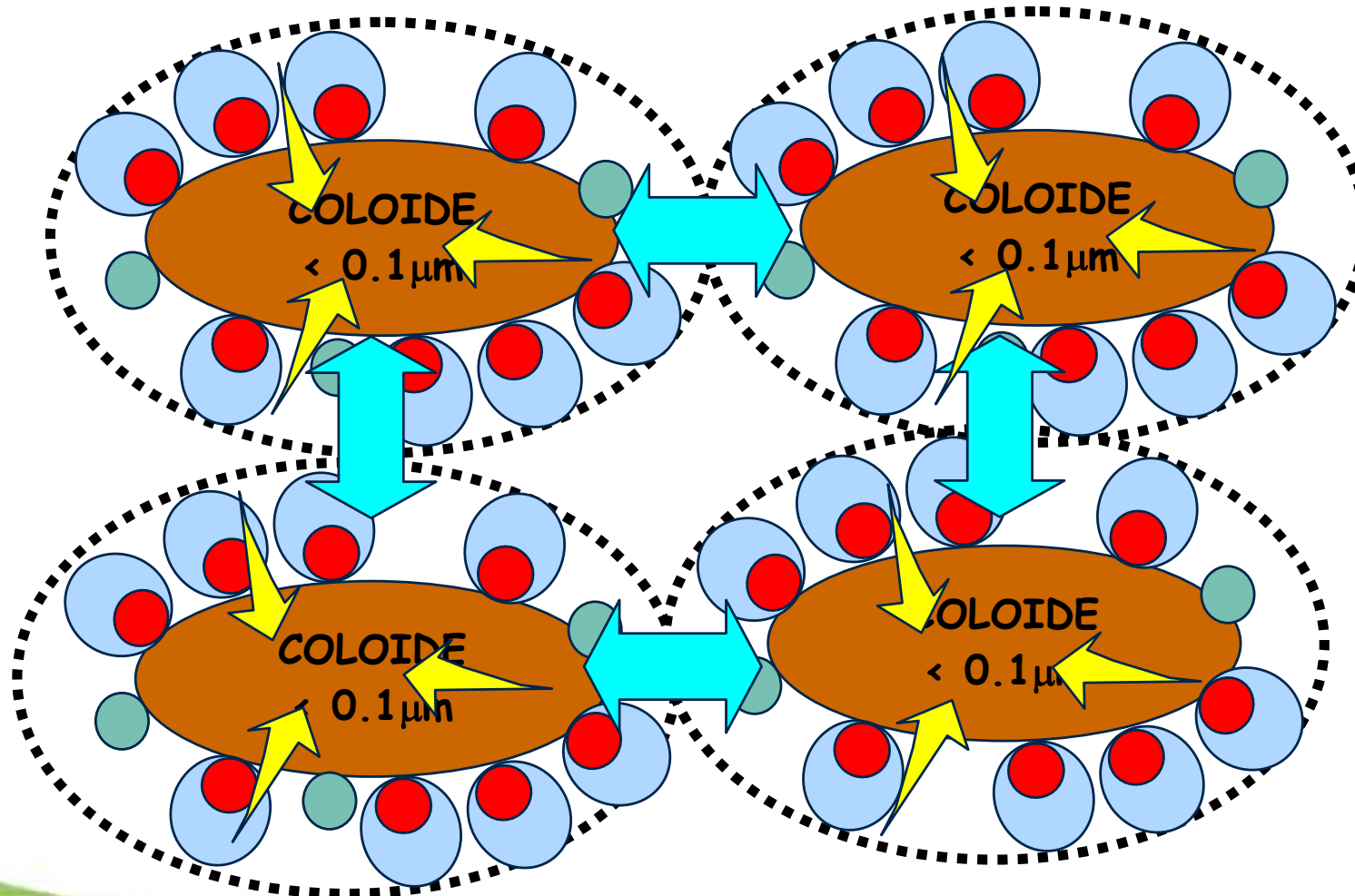


Sodio ( $\text{Na}^+$ )



$\text{Na}^+ - \text{H}_2\text{O}$

El nivel de sodio en el complejo coloidal es elevado cuando alcanza o supera el 15%





Algunas acciones que se pueden y conviene realizar para la corrección de suelos fatigados o para el mantenimiento o mejora de la estructura de los mismos:

- Empleo de acolchados (plásticos, orgánicos, enarenados): Propician una mejor temperatura del suelo, evitan la formación de costra superficial y permiten un mejor desarrollo de raíz en superficie.
- Incorporación de restos del cultivo anterior al suelo en su preparación.
- Fomentar todo tipo de estrategias que promuevan el desarrollo radicular, como son el empleo de enraizantes o estimulantes del desarrollo de la raíz, adecuadas estrategias de riego y nutrición, aplicación de micorrizas, etc.
- Aplicación más o menos continuada de ácidos polihidroxicarboxílicos, fúlvicos, húmicos, etc.
- Aportes de calcio de forma continua, sobre todo, si se manejan suelos o aguas de riego con elevados contenidos en sodio.
- Adecuado manejo del proceso de fertirriego: Resulta imprescindible definir unas adecuadas estrategias de control del suministro hídrico y nutricional. En este sentido conviene mencionar que la adopción de riego subterráneo, puede contribuir positivamente, debido a que se limita el encostramiento superficial.
- Empleo de activadores de la microfauna o microflora del suelo y otros productos enmendantes, correctores de sales, reguladores de pH, etc.





# Aportes de Calcio

## Diferencias entre fuentes



# Solubilidad de las fuentes de calcio

(click below to view)



**Las plantas necesitan calcio soluble**



# Yara Liva Calcinit (nitrato de calcio / 19%Ca)

1kg de nitrato de calcio se disuelve en 1 litro de agua



Condiciones de la prueba: agua a 60°C, 30gr de roducto en 300 ml de agua (10%), Agitado durante 3 minutos, y después de un minuto de reposo.



# Yeso (sulfato de calcio/ 23%Ca)

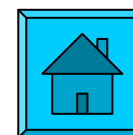
**1kg de yeso se disuelve en 400 litros de agua**



Condiciones de la prueba: agua a 60°C, 30gr de producto en 300 ml de agua (10%), Agitado durante 3 minutos, y después de un minuto de reposo.

# Caliza (carbonato cálcico/ 40%Ca)

**1kg de caliza se disuelve en 66.000 litros de agua**



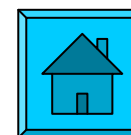
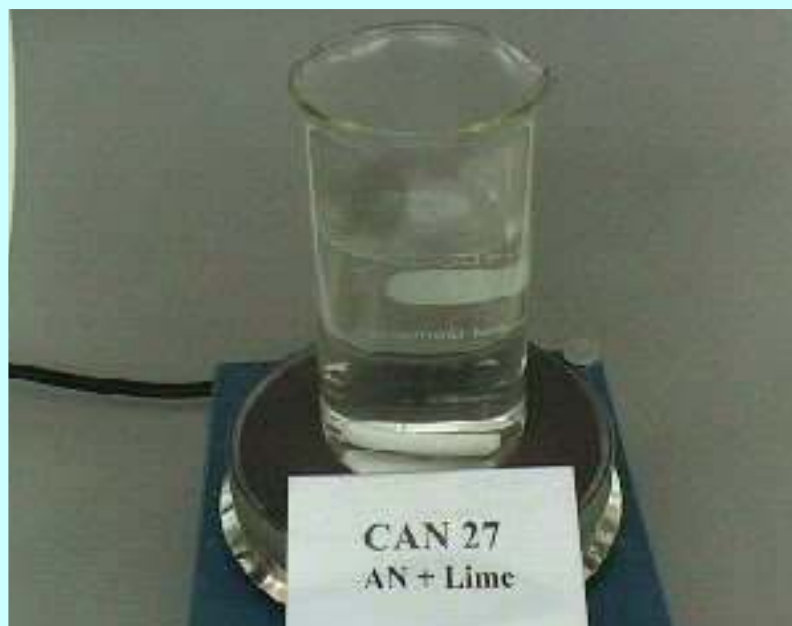
Condiciones de la prueba: agua a 60°C, 30gr de producto en 300 ml de agua (10%), Agitado durante 3 minutos, y después de un minuto de reposo.





# CAN27 (carbonato de Ca & Mg/ approx. 4.4%Ca)

1kg de caliza se disuelve en 66.000 litros de agua

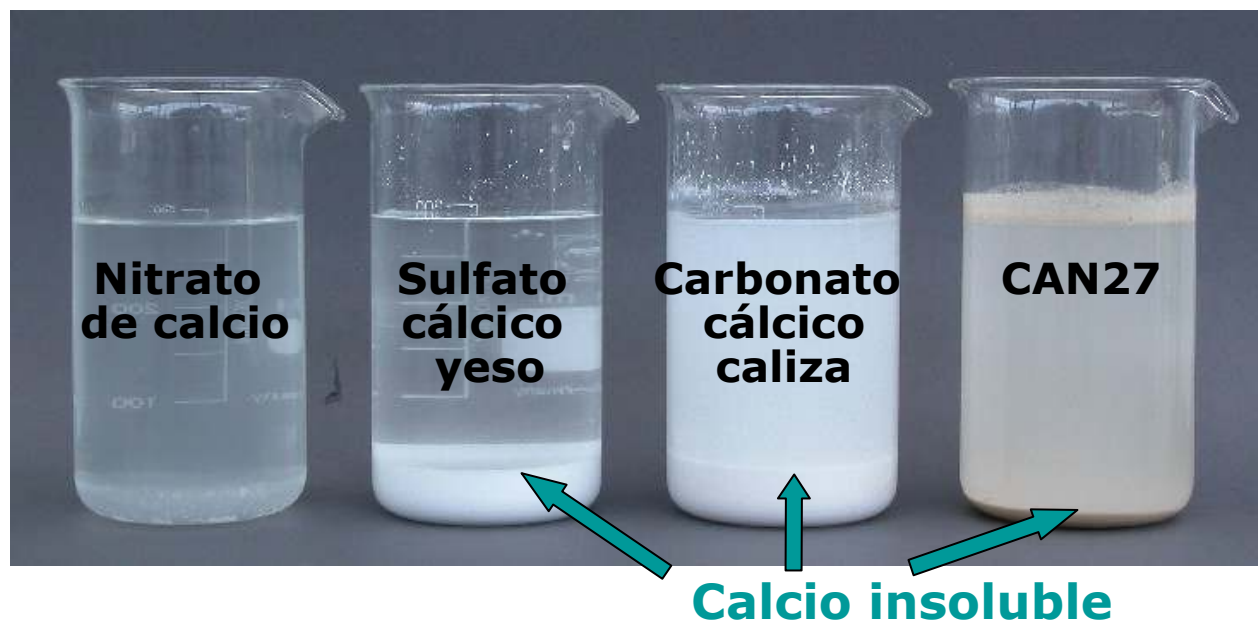


Condiciones de la prueba: agua a 60°C, 30gr de producto en 300 ml de agua (10%), Agitado durante 3 minutos, y después de un minuto de reposo.





## Solubilidad de fuentes de calcio



**La plantas y el suelo necesitan calcio soluble para su absorción y floculación.**



Muchas gracias

